# 高层建筑深基坑施工技术风险防控与优化

卢明才

（六安市住建局开发区分局，安徽 六安 237000）

**摘 要** 当前国内城市高层建筑数量持续攀升、单体建设规模逐步扩大，该场景下的深基坑工程普遍具备开挖深度大、空间跨度广的特征，同时还面临周边环境要素复杂多样、场地地质条件离散性强等现实约束，整体施工难度大、安全风险等级高，是高层建筑工程中挑战性极强的关键分部工程。高层建筑深基坑的施工质量，对建筑本体基础稳定性、主体结构施工安全，以及周边既有建构筑物、地下管线的运行保护均起到决定性作用。本文围绕高层建筑深基坑核心施工技术与工艺管控要点展开系统性分析，结合土方开挖、支护结构施工、降水作业、内支撑拆除等全工序环节的具体风险因子逐一拆解，深度剖析风险诱因，在此基础上形成科学精准的分级防控措施，以期为实现深基坑工程安全、高效、标准化施工提供理论参考。

**关键词** 高层建筑；深基坑施工；基坑开挖；基坑支护；降水排水技术

**中图分类号**：TU753；TU974 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.27.015

## 0 引言

伴随新型城镇化进程的持续深化，城市土地资源供需矛盾持续凸显，高层与超高层建筑逐步成为城市开发建设的主流发展趋势。为了满足建筑物基础承重要求、地下室使用要求和人防建设需要，高层建筑物基坑开挖的深度逐渐增加。相比一般的建筑基坑来说，高层建筑物深基坑工程施工受到复杂地质条件、地下水影响较大、施工空间较小以及周围环境比较敏感等问题，极易发生基坑坍塌、边坡滑移、墙体变形及地面沉降等安全事故，进而造成人员伤亡、经济损失。在高层建筑土建工程施工中，深基坑是基础性的工程环节，其技术规范和施工中的有效风险控制能够保障整个工程的质量以及安全。而在当前的施工过程中存在的粗放式传统模式、不当选择支护形式、缺乏动态监测以及不规范施工程序等情况，导致了深基坑施工存在较大的安全问题。通过调查研究得知，在最近几年出现的深基坑事故中，开挖方式不够科学、支护缺陷以及降水控制等问题造成的问题占据了 60% 以上的比例，所以对其中的核心技术进行研究，并准确分析其风险因素，完善相应的风险防范体系并优化工艺，对高层建筑中安全性以及稳定性等具有重要的价值和意义。

## 1 高层建筑深基坑主要施工技术

### 1.1 基坑开挖

基坑的分层、分段、对称、均衡和限时开挖是深基坑施工的基本要求。高层建筑深基坑工程应避免一次超挖，无序地进行土方工程施工，一般采用分层开挖的方法进行土方工程施工。按照深基坑的深度及土质情况和所采取的支护方法决定分层开挖的厚度[1]。一般情况下在软土地基上开挖，其分层开挖不宜超过 1.5 m；而在坚硬的土层中可放宽到 2 m～3 m。对于宽大跨度基坑则宜采用分区开挖，逐段成型的开挖方式，有利于释放土体应力，避免局部应力集中造成边坡失稳等。

### 1.2 基坑支护

支护体系是保证基坑土体稳定、抵抗土压力与水压力的主要结构形式，也是深基坑工程技术的核心内容。目前，在高层建筑基础中常用的深基坑支护技术有：地下连续墙支护技术适用于特深、富水地层以及周围环境较复杂的深基坑工程，具有刚度大、防渗性能好、变形小等特点。钻孔灌注桩排桩支护技术往往与锚杆或锚索相结合用于大部分的常规地质条件下的高层建筑物的基坑工程中，具有经济可靠的特点。土钉墙支护技术主要适用于浅、中深的基坑开挖和均匀土质的地层，施工方便、造价较低。内支撑支护包括钢支撑与钢筋混凝土支撑，较多应用于软土地基及高应力状态下的基坑工程，可以有效地控制支护结构的位移变形[2]。实际工程应用过程中大多采取组合式的支护结构，如排桩 + 锚索、地下连续墙 + 内支撑等复合式支护形式，以便适应较为复杂的施工工况。

### 1.3 降水排水技术

地下水是导致基坑滑移、坍塌、管涌及流沙病害的主要因素，降水排水法是基坑防水防渗漏的重要措

作者简介：卢明才（1977-），男，本科，工程师，研究方向：建筑工程。

施。常用的高层建筑基坑降水方法主要有深井点降水法、轻型井点降水法以及集水明排法。在富水地层和深基坑条件下优先采用深井点降水方法降低地下水位疏干基坑内土体，增强土体固结强度，而对于地下水含量低、渗透系数小的地层中采用轻型井点降水即可满足施工要求，在基坑开挖过程中的临时积水用集水明排的方法及时排除。降水过程中对降水的速度和降水深度都要进行控制，避免由于过度降水造成的地面不均匀沉降现象。

### 1.4 支撑和换撑技术

支撑体系能够有效控制支护结构的变形，抵抗侧向土压力，对深基坑施工安全至关重要。在高层建筑深基坑工程中多采用分层支护、随挖随撑的施工方法，在土方开挖到支撑的标高后，在规定的时间内完成支撑架设，防止支护结构长期无支撑暴露。主体地下结构施工过程中，按“先换后拆、分段替换”的原则进行换撑施工，设置临时换撑构件并传递相应的结构力，保证支撑体系平顺过渡，避免应力变化造成基坑变形失稳[3]。

## 2 高层建筑深基坑施工关键技术风险分析

### 2.1 基坑开挖技术风险

挖土不规范作业是造成基坑失稳的主要原因。超挖、快挖，没有遵循分层开挖原则，一次挖掘深度较大或局部超挖较多，使应力释放集中而迅速导致边坡上的土体失衡滑移，引发流沙、坍塌。挖土不对称不平衡，局部过挖致使支护结构上的受力不平衡，出现偏心载荷，产生墙后倾斜和变形过大的现象。基底扰动，由于挖土过程中的机械碾压，人为的扰动破坏了原状土结构的地基承载力减弱，从而容易发生基础沉降，特别是对于高层建筑基础结构的后期不均匀下沉。由于土体长时间暴露于空气中被雨水浸蚀、风化，强度减弱很多，加剧其边坡失稳可能性增大等现象的发生。

### 2.2 支护结构施工技术风险

基坑的支护体系是其承载的核心部分，一旦其施工过程的质量存在问题，就可能会引发结构性的安全问题。支护结构的选择存在不合理的地方，对于软土基础选择使用土钉墙等较轻型的支护结构。超深的基坑仅采用单一的排桩支护方式，这样会导致其支护的强度以及刚度都不足，无法承受巨大的侧向土压力，最终可能会导致支护结构失去稳定[4]。在施工工艺上存在问题，如在进行钻孔灌注桩时会出现成孔偏差、钢筋笼偏移以及混凝土质量不佳的现象，地下连续墙施工中出现槽壁塌陷与接缝渗水等问题，以及在锚索施工中张拉的预应力不够，锚固长度也严重不足等，这些问题都会造成整体的支护系统稳定性大幅降低。在施工过程中，支护结构的建立时间滞后，这表现在基坑中的土方挖掘工作结束后才开始进行相关的支护结构施工作业，因此基坑周边土体长时间处于裸露状态并出现了累积变形的问题，进而诱发基坑边坡的位移超出预期值。

### 2.3 降水施工技术风险

降水施工中的技术风险主要体现在渗漏和沉降两个方面。一是降水方案设计不当，井点间距设置较大，降水深度不足，地下水未能疏干，造成基坑内的渗漏水、软土等，导致管涌流沙以及边坡塌方事故的发生。支护结构的接缝处防水施工质量缺陷而发生渗漏水甚至涌水现象并冲刷掏空基坑土体，使支护结构的土层被掏空出现支护悬空失稳[5]。二是过量或快速降水引起基坑周围的地下水位剧烈下降，使该地区的有效应力增加，导致地面、道路及已有建筑发生不均匀沉降破坏墙体、管线等地基事故。

## 3 高层建筑深基坑施工技术风险防控措施

### 3.1 规范基坑开挖施工，严格限制土体变形

严格按照分层、分段、对称开挖要求，按地质勘察及专项施工方案确定的分层厚度划分不同土质、不同区域分层开挖厚度。软土、富水土层严格控制单层厚度，禁止超挖和抢挖。采用“开挖—支护—成型”的顺序流水作业，缩短土体外露时间，开挖一段24 h内完成支护。合理安排开挖顺序，采取先远后近、先浅后深的原则，对称均衡开挖确保结构受力均匀。同时注意基底保护，机械开挖应预留20 cm～30 cm人工清理，并防止扰动原状土；及时封闭基底，做好排水措施以防雨水渗入基底土体。

### 3.2 优化支护施工工艺，确保结构承载稳定

支护体系类型选择时综合考虑基坑深度、地质情况、周围环境正确选型，软土场地深大基坑采用“地下连续墙+内支撑”体系；通常情况下使用“排桩+锚索”形式。严格控制支护方案合理性。施工中进行全过程技术控制。在钻孔灌注支护结构中严格控制其垂直度、孔底沉渣等，确保混凝土浇注质量。地下连续墙槽壁加固，高模数泥浆防止坍塌，并严格控制墙体接缝防水质量。锚索、锚杆工程严格保证其锚固深度和注浆压力及张拉预应力。对临近建筑物段采取加密锚索等措施、优化支护参数加强局部支护刚度、严控变形。

### 3.3 精细化降水，防止水文地质灾害

结合详细的水文地质勘查资料，精心设计降水方案，准确确定井点数量、间距、降水深度及速度，有效地疏干地下水并避免过大的降水。在富水地层基坑提前进行超前降水，将地下水位提前降下，使土方开

挖及支护施工在较为干燥的条件下进行。加强对支护结构防水防渗的管理，在支护结构接缝处和墙缺陷处注浆堵漏、加强防水处理，并防止地下水的渗漏通道。在降水过程中监测地下水位情况及周围地面沉降值变化，及时调整降水方案，并根据实际情况控制其下降速度，如沉降超标时应减缓降水速度，必要时增设回灌井以平衡地下水，控制次生沉降发生。

## 4 高层建筑深基坑施工技术优化策略

### 4.1 改进工艺：精细的流水作业

摒弃传统的粗放型施工模式，合理调整深基坑工程的整体施工流程，形成“勘察—设计—开挖—支护—降水—换撑”的一体化流水线式作业。针对基坑的不同区域以及不同土层的差异性，采用针对性的施工工艺，在软土地质区减少分层开挖厚度，增加支撑密度，硬质地层则提升开挖效率，实现因地制宜。此外，对特殊工况下的施工工艺进行改良，针对雨季施工提前对基坑周边进行截流、疏导措施，防止基坑边坡雨水浸湿破坏并采取防雨设施覆盖，同时严禁在大风暴雨等恶劣天气进行基坑施工作业，若因抢修必须施工作业，需在确保基坑稳定安全的条件下方可施工且复工前做好各项安全隐患排查。

### 4.2 监测系统完善：构建动态智能监测系统

人工监控数据滞后，监控次数少，精度较低，难以满足超深基坑的风险控制需要。改善监测体系，引入智能实时监测仪器对支护结构水平位移，竖向沉降以及支撑轴力，土体侧向位移及周边建构筑物变形等进行 24 小时实时监测。采用分级预警制度，并通过设定阈值，在临近预警临界时自动报警提示及时反馈到施工危险源的消除上，利用大数据对数据的变化趋势进行规律性分析，对基坑变化进行预测判断并及时修正施工方案，实现事后控制与事前控制相结合，并进行动态化管理，从而避免风险控制失效。

### 4.3 组合式智能支护技术推广

单一的支护形式适应性差，不能满足复杂地质及恶劣环境要求。改进支护设计思路，大力提倡差异化和组合式支护结构形式，按基坑不同部位、不同的受力、环境特点分别设定相应的支护参数，做到强区段强、弱区段简，从而保证安全并减少成本。同时，在基坑工程中采用伺服钢支撑自动控制技术，能够随基坑受力、变形情况实时自动调整其轴力大小，使结构变形得到精确控制，较常规固定轴力支撑体系更能有效控制稳定性，提高整体施工质量。并且对基坑支护结构与主体地下结构进行综合优化考虑，做到无缝连接、后期拆撑无风险。

### 4.4 加强技术管理，完善技术措施

深基坑工程要建立健全施工技术措施管理制度，认真做好图纸会审、技术交底及施工方案论证等工作，并组织相关专家对深基坑危大工程技术方案进行专项论证，确保深基坑施工技术方案科学合理。强化施工人员培训教育，主要培训深基坑工程施工技术规范标准、危险源以及应急处理等内容，使作业人员可以做到标准化施工。加强施工机械进场验收、检查和保养制度，保证机械挖土设备、支护设备及监测设备的正常使用性能。严格复核检查，建立健全整个施工过程的技术复核制度，针对支撑参数、开挖深度、降水深度、支点轴力等技术性参数必须逐一进行复核，防止人为性的技术错误。

## 5 结束语

高层建筑深基坑施工是一个系统化工程，具有高风险性和复杂性。本文对深基坑的开挖、支护和降水以及支撑换撑等主要工序的技术要点及技术风险进行详细的分析，并针对其超挖快挖问题、不合理的支护类型选取问题、降水不善以及不当拆除支撑等方面的技术风险成因及危害展开详细的研究，并提出规范化的深基坑施工技术风险管理措施及优化方法。研究结果表明，实施分层对称开挖、组合式支护结构、动态监测智能化及流程管理标准化等相关综合技术，有助于降低并控制深基坑施工中的风险发生率，确保安全高效的深基坑施工。随着 BIM 技术、物联网及人工智能等数字化技术在高层建筑中应用的日益广泛，在未来的深基坑建设中，也会进一步发展智能化及精细化的施工工艺，使高层建筑基础工程达到标准化水平，并能有效确保城市高层建筑的安全性及高效建设。

## 参考文献：

[1] 郭红建 . 高层建筑施工中深基坑支护技术的应用与优化研究 [J]. 建设机械技术与管理 ,2026,39(02):130-131,137.
[2] 张振欣 . 高层住宅建筑深基坑土方开挖施工技术研究 [J]. 居舍 ,2026(11):29-32.
[3] 王鹏飞 . 深基坑支护施工技术在高层建筑工程中的应用 [J]. 散装水泥 ,2026(03):41-43.
[4] 吴华君 . 深基坑支护技术在高层建筑施工中的应用研究 [J]. 现代工程科技 ,2026,05(03):29-32.
[5] 钱锋 , 朱绪伟 . 高层商业办公楼建筑深基坑支护施工技术研究 [C]// 《施工技术》杂志社 .2025 年全国土木工程施工技术交流会论文集 ( 中册 ). 中交上海航道局有限公司 ,2025.