

建筑工程深基坑支护技术及施工要点的深度探析

丁延林

中亿丰建设集团股份有限公司 江苏 苏州 215000

【摘要】：随着我国城市化进程的不断推进，高层建筑和地下空间开发项目日益增多，深基坑工程已成为现代建筑施工中不可或缺的重要环节。在城市土地资源日益紧张的背景下，地下空间的开发利用不断向纵深发展，基坑开挖深度也随之增加，这对深基坑支护技术提出了更高要求。深基坑支护不仅关系到工程本身的安全稳定，更直接影响周边建筑物、地下管线及市政设施的安全。本文旨在系统分析当前主流深基坑支护技术的特点及适用条件，深入探讨施工过程中的关键技术要点，为深基坑工程的设计与施工提供理论参考和实践指导，期望能够促进深基坑支护技术的合理应用和创新发展，为城市地下空间的安全开发提供技术保障。

【关键词】：建筑工程；深基坑支护技术；施工要点

DOI:10.12417/2811-0722.25.09.056

引言

城市化进程的加快，使得高层建筑和地下空间的开发需求不断增加，深基坑工程在建筑施工中的地位日益突出。近年来，支护技术的不断创新和发展，涌现出多种新型支护结构和施工工艺，为深基坑工程提供了更多技术选择。然而，在实际工程应用中，支护技术的选择仍存在诸多技术难点，需要综合考虑地质条件、周边环境、施工条件等多重因素。深基坑支护技术作为确保施工安全、控制周边环境影响的关键环节，其合理选择与优化应用直接影响工程质量和经济效益。因此，相关部门需从加强地质勘察数据应用、优化设计施工衔接、完善地下水控制措施、健全监测预警机制等方面入手，系统提升深基坑支护施工质量。只有正视并解决这些问题，才能确保深基坑工程的安全可靠，推动行业技术水平的持续提升。

1 建筑工程深基坑支护技术分析

（1）排桩支护技术

排桩支护是深基坑工程中应用较为广泛的一种支护形式，主要包括钻孔灌注桩、预制管桩、钢板桩等类型。此项技术通过沿基坑周边设置连续的桩体，形成挡土结构，并结合内支撑或锚索体系增强稳定性。排桩支护的刚度较大，适用于较深基坑或对变形控制要求较高的工程。同时，其施工工艺相对成熟，但受地质条件影响较大，在软土或高水位地层中需结合降水或止水措施。此外，排桩支护的间距、桩径及配筋设计需根据土压力分布合理确定，以确保整体稳定性。

（2）地下连续墙支护技术

地下连续墙是一种整体性较强的深基坑支护结构，采用专用机械成槽后浇筑混凝土形成连续墙体，其刚度和防渗性能都相对较高，适用于超深基坑或周边环境敏感的项目。地下连续墙可作为永久性结构的一部分，如地下室外墙，兼具支护与主体结构双重功能。其施工精度要求较高，成槽过程中需严格控制垂直度，避免塌孔或偏斜。此外，墙段之间的接头处理是关

键，需采用可靠的止水措施，防止地下水渗漏。

（3）土钉墙支护技术

土钉墙支护是一种经济性较好的支护方式，通过在开挖坡面设置土钉并喷射混凝土面层，形成复合支护体系，适用于具有一定自稳能力的土层，如黏性土或砂性土，且基坑深度不宜过大。土钉墙施工速度快，造价较低，但对地层条件依赖性较强，在软弱土层或高水位地区需谨慎采用。其设计需考虑土钉的长度、间距及倾角，以保证土体与支护结构的协同受力。另外，坡面变形控制是土钉墙应用的关键，需结合监测数据动态调整施工参数。

（4）内支撑与锚索支护技术

内支撑和锚索是深基坑支护中常用的横向约束体系，通常与排桩或地下连续墙结合使用。内支撑采用钢支撑或混凝土支撑，沿基坑内部水平布置，通过施加预应力控制支护结构变形，适用于狭长型基坑或周边空间受限的情况，但支撑体系的安装与拆除可能影响施工效率。而锚索支护则通过钻孔植入预应力钢绞线，利用地层抗力提供约束，适用于较宽基坑或需要无内支撑施工的工程。锚索的设计需考虑锚固长度、张拉力及地层适应性，避免因锚固失效导致支护体系失稳。

（5）复合支护技术

随着深基坑工程向更大深度、更复杂环境发展，单一支护技术已难以满足需求，复合支护技术逐渐成为主流。例如，排桩+锚索、地下连续墙+内支撑等组合形式，可充分发挥不同支护结构的优势，提高整体稳定性和经济性。此外，新型支护技术如可回收锚索、装配式支撑等也在逐步推广，以减少资源浪费并提升施工效率。未来，支护技术将更加注重智能化监测与动态设计，结合数值模拟与实时反馈优化施工方案，以适应复杂地质条件和严格的环境保护要求。

2 建筑工程深基坑支护技术施工存在的问题

（1）地质勘察数据应用不充分

在深基坑支护施工前,地质勘察数据的准确性和完整性往往未能得到充分重视。部分施工单位对勘察报告的理解不够深入,未能将地层特性、地下水位变化等关键参数有效转化为施工依据。特别是在复杂地质条件下,对软弱夹层、承压水层等特殊地质构造的识别不足,导致支护方案与实际地质条件匹配度不高。此外,施工过程中对地质条件的动态变化监测不及时,难以及时调整支护参数,增加了施工风险,直接影响了支护结构的安全性、经济性。

(2) 支护结构设计施工脱节

当前深基坑支护施工中普遍存在设计与施工衔接不畅的现象。设计单位往往基于理论计算确定支护参数,而施工单位在实际操作中常因各种因素擅自变更设计方案。其脱节主要表现在:支护桩的入土深度未按设计要求施工、支撑预应力施加不足、锚杆长度和角度偏差等问题。同时,设计人员对施工工艺的可操作性考虑不周,导致部分支护方案在实施过程中遇到困难。更严重的是,部分施工单位为赶工期而简化施工工序,严重偏离设计方案的技术要求,给工程埋下安全隐患。

(3) 地下水控制措施不到位

地下水控制是深基坑施工的关键难点,但在实际工程中常出现控制措施执行不到位的情况。降水方案设计不合理,未充分考虑地层渗透系数的空间变异性和降水对周边环境的影响。止水帷幕施工质量把控不严,存在接缝处理粗糙、成墙连续性不足等质量缺陷。在承压水地层中,对突涌风险的预判和防控措施准备不足。另外,降水过程中的水位监测频率不足,难以及时发现异常情况。这些地下水控制方面的问题,轻则影响施工进度,重则可能导致基坑失稳等严重事故。

(4) 施工过程监测预警体系不完善

完善的监测系统是保障深基坑施工安全的重要措施,当前监测点布置缺乏科学性,未能覆盖关键变形区域,导致监测数据不能真实反映支护体系工作状态。监测频率设置不合理,在施工关键阶段未能加密监测。监测数据的分析和预警机制不健全,对累计变形量和变形速率的变化趋势分析不够深入。更突出的是,监测结果与施工决策的联动性差,即使监测数据出现异常,也难以及时采取有效应对措施,使工程失去了重要的安全保障。

3 建筑工程深基坑支护技术施工要点的深度分析

(1) 工程地质与水文条件的精准把控

深基坑支护工程的成功实施首先依赖于对工程地质与水文条件的精准把控,这是整个支护体系设计的基础依据。施工部门必须采用多种勘察手段相结合的方式,通过钻探取样、原位测试、物探等方法全面掌握场地土层分布、力学参数及地下水赋存状态。对于复杂地质条件区域,还需进行专项勘察,如查明软弱夹层、透镜体等不良地质体的分布范围。水文地质调

查应重点关注含水层厚度、渗透系数、承压水头等关键参数,并评估降水可能引起的周边地面沉降风险。实施中需建立地质模型进行三维可视化分析,确保勘察成果能够真实反映地层空间分布规律,为后续支护设计提供可靠依据。现代深基坑工程对地质勘察提出了更高要求,不仅需要查明常规土层参数,还需对特殊地质现象如岩溶、断裂带等进行专项研究。在勘察深度上,一般要求达到基坑开挖深度的2-3倍,以充分掌握深部土层特性。对于地下水的控制,除常规水文参数外,还需查明各含水层之间的水力联系,预测降水对周边环境的影响范围。在数据处理方面,应采用GIS等数字化技术建立三维地质模型,实现地层信息的可视化表达,为支护设计提供直观依据。同时,勘察成果应与设计、施工方充分沟通,确保地质信息的准确传递和应用。

(2) 支护结构体系的优化设计

支护结构体系的优化设计需要综合考虑安全、经济、可实施性等多重目标。施工部门应根据基坑深度、周边环境敏感度等因素确定支护结构的安全等级,进而选择合理的支护形式。对于常规基坑工程,可采用排桩+锚索或内支撑的组合形式。对于超深基坑或特殊地质条件,则需考虑地下连续墙等刚度更大的支护结构。设计阶段应采用数值模拟方法分析不同工况下的支护结构受力特性,考虑施工机械的作业空间要求,通过多方案比选确定最优解,确保设计方案具备良好的可操作性。同时,还要重视支护结构与主体结构的结合设计,采用“两墙合一”技术将支护结构与地下室外墙结合,既能节约造价又可缩短工期。

(3) 地下水控制系统的科学构建

地下水控制系统的科学构建是确保深基坑施工安全的关键环节。在实施过程中,施工部门应根据水文地质条件和周边环境要求,选择降水、截水或降水与截水相结合的控制方案。对于渗透性较好的砂土层,宜采用管井降水辅以坑外回灌。对于弱透水层,可采用轻型井点降水。当周边环境对沉降敏感时,应采用悬挂式止水帷幕控制降水影响范围。过程中需建立完整的地下水监测网络,实时监测坑内外水位变化,通过信息化施工动态调整降水方案。对于存在承压水头的基坑,还需进行突涌稳定性验算,必要时设置减压井。整个地下水控制系统设计应遵循“分层控制、动态调整”的原则,确保既能有效降低地下水位,又能最大限度控制对环境的影响。

(4) 土方开挖与支护施工的协同作业

土方开挖与支护施工的协同作业直接影响基坑工程的稳定性和施工效率。在建筑工程深基坑支护技术施工过程中,施工部门必须制定科学的开挖顺序和支护时机,严格遵循“时空效应”原理。对于采用内支撑的基坑,应按“先撑后挖”的原则组织施工,确保每道支撑及时形成刚度。对于锚索支护体系,

则要在开挖后立即施作锚索并施加设计预应力。实施中宜采用“分层、分段、对称、平衡”的开挖方法,控制每层开挖深度不超过设计限值。对于大型基坑,可采用“盆式开挖”或“岛式开挖”等工艺,优先形成对撑体系再开挖中部土方。另外,还需做好开挖面的及时封闭和排水措施,避免土体暴露时间过长导致强度衰减。过程中,应建立严格的工序验收制度,确保各道工序质量达标后方可进入下一施工环节。

(5) 信息化监测与预警机制的建立

信息化监测与预警机制的建立是深基坑工程风险管控的重要手段。施工部门应根据工程特点和环境要求,建立完整的监测系统,包括支护结构变形、支撑轴力、地下水位、周边建筑物沉降等监测项目。监测点布置应具有代表性,重点监测潜在危险区域和关键部位。实施中应采用自动化监测设备,实现数据的实时采集和传输,通过专业分析软件进行数据处理和趋势预测。当监测数据超过预警值时,应立即启动分级响应机制,组织专家会诊分析原因并制定处置措施。同时应建立完整的监测档案,包括日报、周报和应急快报等,为工程决策提供数据支持,做到“测得到、传得快、判得准、反应灵”,真正发挥风险预警作用。

(6) 应急预案与抢险准备的完善

应急预案与抢险准备的完善是应对深基坑工程突发情况

的最后保障。在建筑工程深基坑支护技术施工过程中,应根据风险评估结果,针对可能出现的险情制定详细的应急预案,包括支护结构变形过大、支撑失稳、基坑涌水涌砂等典型事故的处置措施。实施中应组建专业的应急抢险队伍,配备必要的抢险设备和物资,如注浆设备、抢险支护材料、排水设备等。同时需定期组织应急演练,提高人员的应急处置能力。对于重大风险源,还应制定专项处置方案,明确处置流程和责任分工,做到“预案完善、准备充分、反应迅速、处置得当”,从而确保在突发情况下可以快速有效地控制险情,最大限度降低事故损失。

总而言之,深基坑支护工程是一项技术复杂、风险高的系统工程,需要从勘察设计到施工监测全过程进行精细化管理。而深基坑支护技术的选择则需综合考虑地质条件、基坑深度、周边环境及经济性等因素。排桩支护、地下连续墙、土钉墙、内支撑与锚索等技术各有特点,合理应用可确保工程安全高效推进。通过精准把握地质水文条件、优化支护结构设计、科学控制地下水、规范土方开挖、强化监测预警和完善应急体系等系统化措施,可有效提升深基坑工程的施工质量和管理水平。未来,随着建筑技术的不断发展,深基坑支护技术将向着更加精细化、信息化、智能化的方向演进,为城市地下空间开发提供更可靠的技术支撑。工程技术人员应不断总结经验,加强技术创新,推动深基坑工程技术的持续进步。

参考文献:

- [1] 杨君超.高层建筑工程深基坑支护施工技术要点分析[J].中国高新科技,2024,(09):106-108.
- [2] 蒋烨华.建筑工程深基坑支护施工技术要点与应用分析[J].工程技术研究,2023,8(12):46-48.
- [3] 姜铁波.高层建筑工程深基坑支护施工技术要点分析[J].四川水泥,2023,(01):147-149.
- [4] 于立栋.建筑工程中深基坑支护施工技术要点分析[J].工程技术研究,2021,6(07):72-73.
- [5] 戴宜斌.对建筑工程深基坑支护施工技术要点的分析[J].中国住宅设施,2021,(09):108-109.