

地下工程中深基坑支护结构选型与施工稳定性探讨

葛 飞

杭州白马湖生态创意城投资开发有限公司 浙江 杭州 310051

【摘要】：深基坑支护结构的合理选型的施工稳定性控制是地下工程顺利实施的核心前提，直接决定工程施工安全与整体质量。深基坑施工环境复杂，支护结构选型需结合工程实际条件，综合考量多方面影响因素，规避选型不当引发的施工安全隐患；施工过程中需强化各环节稳定性管控，防范各类失稳风险。本文围绕支护结构选型原则与施工稳定性控制要点展开探讨，明确选型核心要求与施工关键环节，提出针对性的管控思路，为地下工程深基坑施工提供可行参考。

【关键词】：深基坑；支护结构；选型；施工稳定性；地下工程

DOI:10.12417/2705-0998.26.06.081

引言

深基坑施工是地下工程建设中的关键环节，其支护结构性能与施工稳定性直接关系到工程建设的安全成效与推进效率。地下工程施工中，深基坑开挖深度较大、作业空间有限，受地质条件、施工工艺等多种因素影响，易出现支护结构变形、坍塌等安全隐患，不仅会影响工程进度，还可能造成严重的安全事故与经济损失。支护结构选型的科学性与施工稳定性的可控性，成为破解地下工程深基坑施工难题的关键。明确支护结构选型的核心要素，强化施工全过程稳定性管控，既能规避各类施工风险，也能保障地下工程的施工质量与安全，为后续工程施工奠定坚实基础。

1 地下工程深基坑支护结构选型的核心要求与影响因素

1.1 深基坑支护结构选型的核心原则

深基坑支护结构选型需立足地下工程施工的实际需求，坚守安全可靠的首要原则，确保支护结构能够有效抵御基坑开挖过程中产生的土压力、水压力等各类荷载，防止出现结构变形、坍塌等安全隐患。同时需兼顾经济性与实用性，在保障安全的前提下，合理选择支护类型，优化选型方案，避免过度设计造成的资源浪费，确保选型方案能够适配工程施工的工艺要求与进度安排。选型过程中需注重与施工环境的适配性，充分考虑施工区域的地质特征、周边环境条件，确保支护结构施工不会对工程周边环境造成不利影响，实现安全、经济、高效的选型目标。

1.2 影响深基坑支护结构选型的主要因素

地质条件是影响支护结构选型的核心因素，不同地质类型对支护结构的承载能力、抗变形能力要求存在显著差异，松软土层、岩层、地下水丰富区域等不同地质环境，需选用不同类型的支护结构以保障稳定性^[1]。施工工艺水平也会直接影响选型结果，支护结构的施工难度、施工效率需与现场施工技术能力、设备条件相匹配，避免选用超出施工能力范围的支护类型，确保施工过程顺利推进。工程施工的进度要求、造价预算等因

素也会影响选型决策，需在多方因素综合考量的基础上，确定最为合理的支护结构类型。

1.3 支护结构选型的合理性判断标准

支护结构选型的合理性需通过多方面指标进行判断，首要指标为安全稳定性，即支护结构需满足基坑开挖过程中的承载要求，能够有效控制基坑变形，确保施工安全。其次是适配性，选型方案需与工程地质条件、施工工艺、进度要求等高度契合，能够顺利开展施工，且不会对工程整体推进造成阻碍。再者是经济性，选型方案需在保障安全与质量的前提下，控制工程造价，避免不必要的成本支出。最后是环保性，支护结构施工过程中需减少对周边环境的扰动，避免产生环境污染、生态破坏等问题，实现工程建设与环境的协调发展。

2 地下工程深基坑常用支护结构类型及适用场景

2.1 土钉墙支护结构的特点及适用范围

土钉墙支护结构由土钉、喷射混凝土面层及排水系统组成，具有施工工艺简单、施工效率高、造价较低的特点，且施工过程中无需大型施工设备，对施工场地要求较低，便于灵活施工。该类支护结构主要适用于地下水位较低、地质条件相对较好的粉质黏土、砂土等区域，尤其适合深度适中的深基坑施工。其通过土钉与土体的协同作用，增强土体的抗剪强度，有效约束土体变形，从而保障基坑开挖过程的稳定性，在中小型地下工程深基坑施工中应用较为广泛。

2.2 排桩支护结构的构造及应用条件

排桩支护结构由钢筋混凝土灌注桩、预制桩等排列形成，桩体之间通过冠梁连接，形成整体支护体系，具有承载能力强、抗变形性能好、适用范围广的特点。该结构的桩体能够有效承受基坑开挖产生的侧向土压力，防止基坑侧壁坍塌，冠梁则起到连接桩体、分散荷载的作用，提升整体支护效果^[2]。排桩支护结构适用于地下水位较高、地质条件复杂的区域，可根据基坑深度、荷载大小调整桩体规格与排列方式，广泛应用于大型地下工程深基坑施工中，尤其适合对支护稳定性要求较高的工程场景。

2.3 地下连续墙支护结构的优势及适用情形

地下连续墙支护结构通过在地下浇筑连续的钢筋混凝土墙体，形成封闭的支护体系，具有整体性强、抗渗性好、承载能力高、对周边环境扰动小的优势。该结构能够有效抵御土压力与水压力，防止基坑渗漏与坍塌，同时施工过程中噪音、振动较小，适合在对周边环境要求较高的区域施工。地下连续墙支护结构适用于地下水位高、地质条件复杂、基坑深度较大的地下工程，尤其适合在城市中心区域的深基坑施工，能够有效规避施工对周边环境的不利影响，保障工程施工安全与周边环境稳定。

3 地下工程深基坑施工稳定性的核心管控要点

3.1 基坑开挖环节的稳定性控制措施

基坑开挖需遵循分层开挖、分段开挖的原则，合理控制开挖深度与开挖速度，避免一次性开挖过深、过快导致土体应力失衡，引发基坑坍塌。开挖过程中需及时清理基坑内的土方，避免土方堆积对基坑侧壁产生额外荷载，同时做好基坑排水工作，及时排出基坑内的积水，防止地下水浸泡土体，降低土体强度，影响基坑稳定性。开挖过程中需根据地质条件的变化，灵活调整开挖方案，对开挖过程中出现的土体松动、裂缝等隐患，及时采取针对性的处理措施，确保开挖环节的施工安全。开挖前需对开挖区域进行全面勘察，明确土层分布、岩土性质等细节，结合勘察结果划分合理的开挖分层与分段，每层开挖深度需适配土体承载能力，分段开挖后及时进行临时支护，避免基坑侧壁长时间暴露。同时，开挖作业需避开雨天等恶劣天气，雨天施工易导致土体软化、滑坡，需提前做好防雨措施，雨后及时排查基坑隐患，确保开挖作业安全有序推进。

3.2 支护结构施工过程的稳定性保障

支护结构施工需严格按照设计方案执行，确保施工质量符合要求，从材料进场、施工工艺到施工验收，每一个环节都需强化管控。土钉墙施工中，需确保土钉的长度、间距、植入深度符合设计标准，喷射混凝土面层的厚度、强度达标，确保土钉与土体、喷射面层的有效结合。排桩施工中，需控制桩体的垂直度、桩长、混凝土强度，冠梁施工需确保连接牢固，提升桩体整体承载能力。地下连续墙施工中，需控制墙体的厚度、混凝土强度、接头质量，防止出现墙体渗漏、墙体变形等问题，保障支护结构的稳定性。材料进场时需进行严格检验，杜绝不合格材料用于施工，如土钉钢材、混凝土原材料等需符合设计强度要求^[1]。施工过程中需加强现场管控，安排专业人员全程监督，及时纠正施工中的不规范操作，如土钉植入角度偏差、混凝土浇筑不密实等问题，施工完成后需按规范进行验收，验收合格后方可进入下一工序，确保支护结构施工质量达标。

3.3 施工过程中的变形监测与管控

施工全过程需开展系统的变形监测工作，建立完善的监测

体系，明确监测指标、监测频率与预警值，对基坑侧壁位移、支护结构变形、土体沉降等指标进行实时监测。监测数据需及时整理分析，一旦发现监测指标超出预警值，需立即停止施工，排查隐患，采取针对性的加固措施，待指标恢复正常后再继续施工。监测工作需贯穿基坑开挖、支护施工及后续工程推进的全过程，确保能够及时发现并处置施工过程中的稳定性隐患，保障工程施工安全。监测点需合理布置，覆盖基坑周边关键区域及支护结构重点部位，监测仪器需定期校准，确保监测数据的准确性与可靠性。安排专业监测人员负责数据采集、整理与分析，建立监测台账，及时反馈监测结果，针对监测中发现的异常情况，快速制定处置方案，避免隐患扩大，为施工稳定性提供数据支撑。

4 地下工程深基坑支护选型与施工稳定性的常见问题及应对措施

4.1 支护结构选型不当的常见问题及解决思路

支护结构选型不当主要表现为选型与地质条件、施工工艺不匹配，导致支护结构承载能力不足、抗变形性能较差，易引发基坑失稳^[4]。针对此类问题，需在选型前全面勘察工程地质条件，明确地质特征、地下水分布等关键信息，结合施工工艺水平、进度要求、造价预算等因素，制定多种选型方案，通过全面分析对比，确定最为合理的方案。若选型后发现存在不当之处，需及时调整选型方案，更换适配的支护结构类型，必要时对原有支护结构进行加固处理，确保支护结构能够满足施工稳定性要求。

4.2 施工过程中稳定性失稳的常见隐患及处置方法

施工过程中稳定性失稳的常见隐患包括支护结构变形过大、基坑渗漏、土体坍塌等，此类隐患多由施工工艺不规范、监测不到位、排水不及时等因素引发。针对支护结构变形过大，需及时采取加固措施，如增加土钉密度、增设支撑结构等，控制结构变形；针对基坑渗漏，需排查渗漏点，采用注浆、铺设防水卷材等方式进行封堵，同时加强排水，降低地下水位；针对土体坍塌，需立即停止开挖，清理坍塌土体，增设临时支护结构，待隐患消除后，再恢复施工，确保施工过程的稳定性。

4.3 复杂环境下支护与施工稳定性的优化策略

复杂环境下，如地下水位极高、地质条件复杂多变、施工空间狭窄等，支护与施工稳定性面临更大挑战。针对此类情况，需优化支护结构选型，选用抗渗性、抗变形能力更强的支护类型，如地下连续墙结合支撑结构的组合支护方案。同时强化施工工艺管控，采用精细化施工方式，严格控制每一个施工环节的质量，加强排水系统建设，优化排水方案，确保基坑内无积水。需加密变形监测频率，扩大监测范围，及时掌握施工过程中的稳定性变化，提前预判隐患，采取针对性的防控措施。

5 地下工程深基坑支护选型与施工稳定性的实践应用优化

5.1 结合工程实际优化支护结构选型方案

实践应用中,需摒弃单一的选型思路,结合具体工程的地质条件、施工需求、周边环境等实际情况,制定个性化的选型方案。在选型过程中,充分考虑工程的特殊性,如基坑深度、施工周期、造价限制等,合理选择支护结构类型,必要时采用组合支护方案,兼顾安全、经济与高效。同时加强选型方案的论证工作,组织专业人员对选型方案进行全面审核,排查选型过程中可能存在的问题,优化方案细节,确保选型方案的科学性与可行性,为工程施工奠定坚实基础。

5.2 强化施工全过程稳定性管控体系建设

建立健全施工全过程稳定性管控体系,明确各部门、各岗位的职责,将稳定性管控贯穿于基坑开挖、支护施工、监测预警等每一个环节。完善施工管理制度,规范施工工艺流程,加强对施工人员的培训,提升施工人员的技术水平与安全意识,确保施工过程严格按照设计方案与规范要求执行。同时建立隐患排查治理机制,定期开展稳定性隐患排查工作,对发现的隐患及时整改,形成“排查—整改—复查”的闭环管理,确保施工全过程的稳定性^[5]。细化各岗位管控职责,避免责任空缺,培训重点聚焦支护规范与隐患识别,隐患排查兼顾日常巡查与

专项检查,整改后严格复查,切实将管控要求落实到每一个施工细节。

5.3 推动支护与施工技术的适配性提升

结合地下工程深基坑施工的发展需求,推动支护技术与施工技术的协同优化,提升两者的适配性。根据不同支护结构类型的特点,优化施工工艺,创新施工方法,提高施工效率与施工质量,减少施工过程中的稳定性隐患。同时关注行业内先进的支护与施工技术,积极引进并应用成熟的技术与设备,如智能化监测设备、高效支护材料等,提升支护结构的性能与施工稳定性管控水平,推动地下工程深基坑施工技术的可持续发展。

6 结语

本文围绕地下工程深基坑施工全过程稳定性管控展开,核心强调建立健全管控体系的重要性。明确各部门、各岗位职责,将管控贯穿基坑开挖、支护施工、监测预警全环节,完善管理制度与施工流程,强化施工人员培训,提升其技术水平与安全意识,确保施工贴合设计规范。建立隐患排查治理机制,兼顾日常巡查与专项检查,对隐患及时整改并严格复查,细化岗位职责避免责任空缺,形成闭环管理,将管控要求落实到每一处施工细节,切实保障深基坑施工全过程稳定,为地下工程安全推进提供坚实保障。

参考文献:

- [1] 王凯凯.优化深基坑支护技术,筑牢地下工程安全防线[J].楼市,2025,(10):48-50.
- [2] 陈永江.地下工程深基坑支护与换撑技术分析[J].科技视界,2025,15(18):71-73.
- [3] 康庆.建筑工程施工中深基坑支护施工技术分析[J].建材发展导向,2025,23(05):79-81.
- [4] 郭纪明,董根帅.深基坑支护施工技术在土建施工中的应用的探究[J].中国住宅设施,2024,(07):190-192.
- [5] 陈启贵.工程建设中深基坑支护与岩土勘探技术探讨[J].工程与建设,2024,38(01):90-92.