

房建工程基坑支护设计与施工

陈天祺

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆乌鲁木齐 830000

摘要: 随着城市化进程的加快, 房建工程向地下空间拓展的趋势日益明显, 基坑支护作为地下工程施工的关键环节, 其设计合理性与施工规范性直接关系到工程整体安全与进度。本文围绕房建工程基坑支护设计与施工展开研究, 阐述了基坑支护的核心设计原则, 分析了常见支护类型的适用场景, 探讨了施工过程中的关键技术要点与质量控制措施, 旨在为同类工程提供技术参考, 推动基坑支护技术在房建领域的规范化应用。

关键词: 基坑支护; 设计原则; 施工技术; 质量控制

引言

在城市房建工程中, 基坑工程是地下结构施工的前提, 而基坑支护则是保障基坑稳定性、防止周边环境破坏的核心手段。随着建筑高度增加、地下层数增多, 基坑开挖深度不断加大, 地质条件的复杂性、周边建筑物与地下管线的密集性, 使得基坑支护面临更高的技术要求与安全挑战。若支护设计不合理或施工操作不规范, 极易引发基坑坍塌、周边土体沉降等安全事故, 造成重大经济损失与社会影响。因此, 深入研究基坑支护的设计要点与施工技术, 强化全过程质量管控, 对保障房建工程安全高效推进具有重要现实意义。

一、房建工程基坑支护设计核心原则与类型选择

(一) 设计核心原则

基坑支护设计需以“安全可靠、经济合理、技术可行、环保适用”为核心原则。安全可靠是首要前提, 设计需充分考虑基坑开挖过程中土体应力变化、地下水影响及周边环境荷载, 确保支护结构具备足够的强度、刚度与稳定性, 能够抵御基坑侧壁压力、地下水渗透力等作用, 防止基坑变形过大或失稳。经济合理性要求在满足安全要求的基础上, 优化设计方案, 合理选择支护材料与结构形式, 降低工程成本, 避免过度设计造成资源浪费。技术可行性强调设计方案需与工程地质条件、施工工艺水平相匹配, 便于现场施工操作, 缩短施工周期。环保适用性则要求设计过程中兼顾生态环境保护, 减少施工对周边土壤、地下水及植被的破坏, 降低施工噪音与粉尘污染。

(二) 常见支护类型及适用场景

房建工程中基坑支护类型多样, 需根据工程地质条

件、基坑开挖深度、周边环境要求等因素合理选择。放坡开挖支护是最基础的支护形式, 通过将基坑边坡放缓, 利用土体自身稳定性维持基坑安全, 适用于地质条件良好、基坑深度较浅、周边无重要建筑物及地下管线的工程。该支护形式施工简单、成本低廉, 但占地面积较大, 对场地条件要求较高。

土钉墙支护由土钉、喷射混凝土面层及加固后的土体组成, 通过土钉与土体的粘结作用, 提高土体稳定性, 适用于粘性土、粉土、砂土等多种地质条件, 基坑开挖深度一般不超过12米。其具有施工速度快、造价较低、对周边环境影响小等优点, 在城市房建工程中应用广泛。但在地下水丰富或软弱土层中, 需配合降水措施使用, 否则易出现边坡失稳问题。

排桩支护以钢筋混凝土灌注桩或预制桩为支护桩, 通过桩体的抗弯、抗剪能力抵御基坑侧壁压力, 适用于基坑深度较大、地质条件复杂或周边有重要建筑物的工程。排桩支护刚度大、支护效果好, 能有效控制基坑变形, 但施工工艺相对复杂, 成本较高, 且施工过程中需注意防止桩体倾斜、断桩等质量问题。

地下连续墙支护是通过专用设备在地下浇筑形成的连续钢筋混凝土墙体, 兼具支护、止水、承重等多种功能, 适用于基坑深度大、地质条件差、地下水丰富或周边环境敏感的工程。其支护刚度大、止水效果好, 能有效隔绝地下水, 控制基坑变形, 对周边建筑物及地下管线的影响较小, 但施工成本高、工期长, 施工技术要求严格。

钢板桩支护采用钢板桩拼接形成支护结构, 通过钢板桩的抗弯能力与锁口止水作用维持基坑安全, 适用于粘性土、砂土、碎石土等地质条件, 基坑开挖深度一般

不超过10米。其具有施工速度快、可重复利用、造价适中的优点，但在坚硬土层中施工难度较大，且锁口处易出现渗漏问题，需配合止水措施。

二、房建工程基坑支护施工关键技术

(一) 施工前期准备

基坑支护施工前期准备工作是保障施工顺利进行的基础，需从技术准备、现场准备、材料设备准备等方面全面开展。技术准备阶段，施工单位需组织技术人员熟悉设计图纸，深入理解设计意图，结合工程地质勘察报告，编制详细的施工组织设计与专项施工方案，明确施工流程、技术要点、质量标准及安全保障措施。同时，需组织技术交底会议，向施工人员详细讲解施工方案与操作规范，确保施工人员掌握关键技术要点。

现场准备阶段，需对施工场地进行清理平整，拆除场地内的障碍物，合理布置施工道路、材料堆放区、机械设备停放区及办公生活区。根据施工方案要求，搭建临时设施，铺设施工用水、用电管线，确保施工期间水、电供应稳定。同时，需对周边环境进行调查，明确周边建筑物、地下管线的位置、结构形式及使用状况，设置监测点，为施工过程中的变形监测奠定基础。

材料设备准备阶段，需严格按照设计要求与施工方案，采购符合质量标准的支护材料，如钢筋、水泥、砂石、钢板桩、土钉等，材料进场前需进行质量检验，合格后方可投入使用。施工机械设备需根据施工工艺要求选型配置，如钻机、挖掘机、混凝土喷射机、电焊机等，设备进场前需进行调试检修，确保设备性能完好，满足施工需求^[1]。

(二) 核心施工技术要点

1. 基坑开挖技术

基坑开挖需遵循“分层开挖、分段支护、限时完成、严禁超挖”的原则，根据支护结构形式与地质条件合理规划开挖分层与分段，每层开挖深度不宜过大，避免土体应力集中导致边坡失稳。开挖过程中需采用机械开挖与人工修整相结合的方式，机械开挖至距设计标高20~30cm时，改为人工开挖修整，确保基坑底面平整，避免扰动基底土体。开挖后的土方需及时运离施工现场，严禁在基坑周边堆载，防止增加基坑侧壁压力。同时，需做好基坑排水工作，设置排水沟与集水井，及时排除基坑内积水，避免地下水浸泡基坑土体，降低土体强度。

2. 支护结构施工技术

不同支护类型的施工技术要点存在差异，需严格按照设计方案与施工规范操作。土钉墙施工时，需先进行

土钉钻孔，钻孔过程中控制钻孔角度、深度与孔径，确保符合设计要求。土钉安装后，需进行注浆作业，注浆材料采用水泥浆或水泥砂浆，注浆压力需控制在合理范围，确保注浆饱满，提高土钉与土体的粘结力。喷射混凝土面层施工时，需先清理边坡土体，然后铺设钢筋网，钢筋网与土钉连接牢固，再进行喷射混凝土作业，喷射顺序自上而下，控制喷射厚度与平整度。

排桩支护施工时，灌注桩施工需采用钻孔灌注桩或冲孔灌注桩工艺，钻孔过程中防止塌孔，泥浆护壁需符合要求。钢筋笼制作与安装需保证钢筋规格、数量与间距符合设计，钢筋笼吊装时避免碰撞孔壁。混凝土浇筑采用水下混凝土浇筑工艺，控制浇筑速度与导管埋深，确保混凝土密实。预制桩施工时，采用打桩机或静压桩机沉桩，沉桩过程中控制沉桩速度与垂直度，避免桩体损坏。

地下连续墙施工时，需先进行导墙施工，导墙起到定位、导向、承重等作用，施工时控制导墙的平面位置、标高与垂直度。成槽施工采用抓斗式、冲击式或铣削式成槽机，成槽过程中控制槽段长度、深度与垂直度，做好泥浆护壁工作，防止槽壁坍塌。钢筋笼制作与吊装需保证钢筋连接牢固，钢筋笼吊装时避免变形。混凝土浇筑采用导管法水下混凝土浇筑，导管布置合理，浇筑过程中控制浇筑速度，确保混凝土连续浇筑，墙身质量符合要求。

3. 地下水控制技术

地下水是影响基坑稳定性的重要因素，需根据工程地质条件与地下水情况采取合理的地下水控制措施。常见的地下水控制方法有降水与截水两种。降水措施包括轻型井点降水、喷射井点降水、管井降水等，适用于地下水丰富、土层渗透系数较大的工程。轻型井点降水适用于渗透系数较小的粘性土、粉土，降水深度一般不超过6米；喷射井点降水适用于渗透系数较大的砂土、碎石土，降水深度可达10~20米；管井降水适用于地下水丰富、渗透系数大的深层土层，降水深度大，效果显著。降水施工时，需合理布置井点，控制井点间距与深度，确保降水均匀，避免因局部降水过快导致周边土体沉降。

截水措施主要采用地下连续墙、钢板桩锁口、水泥土搅拌桩帷幕等，通过设置截水帷幕，阻断地下水进入基坑。地下连续墙与钢板桩锁口截水适用于深度较大的基坑，截水效果好；水泥土搅拌桩帷幕适用于粘性土、粉土等土层，施工成本较低，截水效果可靠。截水施工时，需保证截水帷幕的连续性与完整性，避免出现渗漏

通道。

（三）施工过程质量控制

施工过程质量控制是保障基坑支护工程质量的关键，需建立完善的质量控制体系，加强对施工各环节的监督检查。首先，加强对原材料与构配件的质量控制，所有进场材料需具备质量合格证书与检验报告，进场后按规定进行抽样检验，不合格材料严禁使用。其次，加强对施工工艺的质量控制，施工过程中严格按照设计方案与施工规范操作，对关键工序如钻孔、注浆、混凝土浇筑等实行旁站监理，及时发现并纠正施工中的违规操作^[2]。

同时，加强对支护结构施工质量的检测，如土钉抗拔力检测、混凝土强度检测、桩体完整性检测等，检测结果需符合设计要求与规范规定。此外，加强对基坑变形与周边环境的监测，监测内容包括基坑边坡位移、沉降、桩体位移、地下水位变化及周边建筑物、地下管线的沉降与位移等。监测频率根据施工阶段与变形情况确定，施工期间需实时监测，发现变形超过预警值时，及时采取加固措施，确保基坑安全。

三、基坑支护施工常见问题及应对措施

（一）常见施工问题

房建工程基坑支护施工过程中，受地质条件、施工工艺、管理水平等因素影响，易出现各类质量与安全问题。基坑边坡失稳是常见的安全问题，主要表现为边坡土体滑坡、坍塌，其原因主要包括地质条件差、开挖深度过大、放坡坡度不合理、地下水浸泡、周边堆载过大等。支护结构变形过大也是常见问题，如土钉墙面层开裂、排桩倾斜、地下连续墙位移过大等，主要由于支护结构设计不合理、施工工艺不当、材料质量不合格等因素导致^[3]。

地下水渗漏问题在基坑施工中较为突出，主要表现为基坑侧壁渗漏、坑底涌水，原因包括截水帷幕不完整、钢板桩锁口密封不严、降水效果不佳等。此外，还可能出现混凝土强度不足、土钉锚固力不够、桩体断桩等质量问题，这些问题均会影响基坑支护的安全性与稳定性，需及时采取应对措施。

（二）应对措施

针对基坑边坡失稳问题，需优化基坑开挖方案，严格控制开挖深度与放坡坡度，避免超挖。加强地下水控制，及时排除基坑内积水，防止土体软化。严禁在基坑周边堆载，若确需堆载，需控制堆载量与堆载距离。若发现边坡出现裂缝、位移等失稳迹象，需立即停止开挖，

采取坡脚堆载反压、增设土钉或锚杆、喷射混凝土加固等措施，确保边坡稳定。

对于支护结构变形过大问题，需优化设计方案，增大支护结构的刚度与强度。施工过程中严格控制施工工艺，确保支护结构施工质量，如灌注桩施工时控制钻孔垂直度与混凝土浇筑质量，土钉墙施工时保证注浆饱满。若变形超过允许范围，需采取加固措施，如在排桩间增设支撑、对土钉墙进行二次注浆等，控制变形发展。

针对地下水渗漏问题，需加强截水帷幕施工质量控制，确保帷幕的连续性与完整性。对于钢板桩支护，需检查锁口质量，对锁口不严密处采用密封材料处理。优化降水方案，合理布置井点，提高降水效果。若出现渗漏，需及时采用堵漏材料封堵渗漏点，必要时增设排水通道，将渗漏水分流排出。

对于混凝土强度不足、土钉锚固力不够等质量问题，需加强原材料质量控制，严格按照配合比搅拌混凝土，确保混凝土施工质量。加强土钉注浆工艺控制，提高注浆压力与注浆量，确保锚固力符合要求。施工过程中加强质量检测，对不合格的工程部位及时进行返工处理，确保工程质量。

结语

房建工程基坑支护设计与施工是一项系统性、复杂性的工作，直接关系到工程安全、质量与进度。在设计过程中，需遵循安全可靠、经济合理、技术可行、环保适用的原则，结合工程地质条件与周边环境要求，合理选择支护类型。施工过程中，需做好前期准备工作，严格把控施工技术要点，加强全过程质量控制，及时应对施工中出现的各类问题。未来，随着建筑技术的不断发展，基坑支护技术将朝着智能化、绿色化、高效化方向发展，需不断加强技术创新与实践应用，进一步提高基坑支护设计与施工水平，为房建工程的安全有序推进提供有力保障。

参考文献

- [1] 罗振武, 王锦. 基坑边坡支护设计与施工要点分析[J]. 江西建材, 2023(4): 247-248.
- [2] 瞿伟. 基坑支护施工技术住宅建筑土木工程中的应用实践研究[J]. 工程设计与施工, 2025, 7(2): 48-50.
- [3] 刘东彦. 复杂施工环境下的建筑基坑支护设计与施工研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9(24): 185-187.