

房建工程深基坑施工技术研究

董海波

中冶天工集团有限公司 天津 300300

摘要：深基坑施工是房建工程中的关键环节，具有开挖深度大、规模广、地质条件复杂等特点。施工过程中面临支护结构选型、地下水控制、周边环境保护等难题。本文系统分析了排桩、地下连续墙、土钉墙及锚杆等多种支护形式的适用条件与施工要点，探讨了降水技术对基坑稳定性的影响及环境风险防控措施，同时明确了科学的开挖顺序与监测控制手段，为提升深基坑施工安全性与效率提供技术支持。

关键词：深基坑工程；支护结构；降水施工；开挖施工；施工监测

引言：随着建筑向高层、超高层发展，房建工程深基坑施工技术的重要性日益凸显。深基坑工程具有深度大、规模广、地质条件复杂、与周边环境相互作用紧密等特点，施工面临诸多难点。深入研究深基坑施工技术，有助于提高施工质量与安全，降低成本，保障工程顺利推进，满足建筑行业发展需求。

1 房建工程深基坑工程特点与施工难点

1.1 深基坑工程特点

深基坑工程以显著的深度与规模特征区别于普通基础施工。随着建筑向高层、超高层发展，基坑开挖深度不断突破，垂直向延伸导致土体应力释放复杂，需精确计算支护结构承载能力。大规模基坑往往涵盖数万平米作业面，土方开挖总量庞大，对施工组织与设备调配提出更高要求。在地质条件适应性方面，深基坑需应对多种地层变化，从软弱黏土到坚硬岩层，不同土质力学性能差异巨大，需定制化设计支护方案。深基坑与周边环境存在紧密的相互作用关系^[1]。基坑开挖引发土体应力重分布，产生侧向变形与沉降，可能导致邻近建筑物倾斜、开裂，地下管线拉伸或挤压破坏。反之，周边环境的既有荷载与约束条件，也会影响基坑稳定性，如临近高层建筑地基附加应力会增加基坑侧壁压力，限制支护结构选型与施工工艺。

1.2 施工难点分析

复杂地质条件为深基坑施工带来多重挑战。软土地层中，土体抗剪强度低、压缩性高，开挖易引发基坑底部隆起与侧壁变形，常规支护结构难以满足稳定性要求，需采用深层搅拌桩、高压旋喷桩等加固措施改良土体。面对岩层地质，岩石破碎与开挖效率成为制约因素，爆破施工易对周边环境造成振动影响，非爆破机械破碎则耗时较长，增加施工成本。地下水控制是深基坑施工的关键难题。地下水位高的区域，若降水不充分，

基坑底部易出现涌水、流砂现象，破坏土体结构。渗透性强的地层中，常规降水方法难以形成有效水位降落漏斗，需结合帷幕注浆技术阻断地下水渗流路径。过量降水可能引发周边地面沉降，威胁邻近建筑物安全。周边环境复杂进一步加大施工难度。临近建筑物基础形式多样，浅基础对沉降敏感，深基础则可能影响基坑支护结构布置，施工前需精确评估相互影响。地下管线种类繁多，燃气、供水、电力等管线对变形控制要求各异，施工中既要避免机械损伤，又要防止土体变形导致管线断裂、泄漏。深基坑施工安全风险贯穿全流程。基坑坍塌事故多由支护结构设计缺陷、施工质量不达标或土方超挖引发，初期微小变形若未及时处理，可能迅速发展为整体失稳。涌水涌砂灾害常伴随地下水控制失效发生，一旦出现将削弱土体强度，破坏基坑底板，甚至引发周边地面塌陷，需通过实时监测与应急预案防范风险。

2 房建工程深基坑支护施工技术

2.1 支护结构类型与选择原则

深基坑支护结构类型丰富，各有适用场景。排桩支护由钢筋混凝土桩排列而成，通过冠梁连接形成挡土结构，适用于土质较好或开挖深度较浅的基坑；地下连续墙则以钢筋混凝土连续墙体作为支护，刚度大、防渗性强，常用于复杂地质与深大基坑工程；土钉墙依靠土体与土钉间的摩擦力维持稳定，施工简便、经济性好，适用于地下水位低的非软土基坑；锚杆（索）支护借助锚固段与土体的粘结力抵抗侧向土压力，常与排桩、地下连续墙组合使用。支护结构选择需综合多因素考量。地质条件是首要依据，软土地层需采用刚度大的支护形式，如地下连续墙；硬土地层则可选用排桩或土钉墙。基坑深度决定支护结构强度，深度越大对结构抗侧移能力要求越高。周边环境影响显著，临近重要建筑物时，需选择变形控制能力强的支护方案；施工条件也需纳入

考虑,狭窄场地限制大型设备使用,应优先选用施工便捷的支护类型。

2.2 排桩支护施工技术

排桩布置形式多样,包括柱列式、连续式和咬合式。柱列式排桩适用于土质较好区域,桩间设挡土板;连续式排桩紧密排列,形成连续挡土结构;咬合式排桩通过相邻桩体相互咬合增强防渗与整体性。施工工艺包含成孔、钢筋笼制作安装、混凝土浇筑等环节,成孔可采用钻孔灌注桩或挖孔灌注桩工艺,需根据地质条件与设备情况选择。桩身质量控制关乎支护效果。桩径需满足设计承载要求,偏差控制在极小范围;桩长需确保嵌入稳定土层一定深度,提供足够锚固力;混凝土强度等级按设计执行,浇筑过程避免断桩、缩颈等缺陷^[2]。冠梁设置于排桩顶部,将单桩连接为整体,协调各桩受力;腰梁布置于排桩中部,配合锚杆(索)传递侧向荷载,二者施工时需保证与排桩可靠连接。

2.3 地下连续墙施工技术

地下连续墙施工流程复杂,导墙施工为成槽定位与支撑机具导向,需保证垂直度与强度;泥浆护壁通过维持槽壁内外压力平衡,防止坍塌;成槽采用液压抓斗或铣槽机,分段开挖至设计深度;钢筋笼在地面加工成型后整体吊装入槽;混凝土采用导管法水下浇筑,确保墙体连续性。成槽施工中,槽壁稳定控制是关键。泥浆性能指标需严格把控,通过调整泥浆密度、黏度与含砂率维持槽壁稳定;垂直度调整依赖高精度成槽设备与实时监测,避免墙体倾斜影响后续施工。地下连续墙接头处理影响墙体防渗与整体性,常用锁口管、工字钢或十字钢板接头,施工时需清理接头处泥渣,保证连接质量。

2.4 土钉墙与锚杆(索)支护施工技术

土钉墙施工先进行土方分层分段开挖,每层开挖深度与土钉竖向间距匹配。土钉制作采用钢筋或钢管,通过钻孔置入土体后注浆固定,注浆强度与饱满度直接影响锚固效果;喷射混凝土面层分初喷和复喷,初喷及时封闭开挖面,复喷达到设计厚度,形成土体与支护协同工作体系。锚杆(索)施工包含钻孔、锚杆(索)制作安装与张拉锁定。钻孔需控制孔径、孔深与倾角,确保锚固段位于稳定土层;锚杆(索)由钢绞线或钢筋制作,安装时防止扭曲、弯折;张拉锁定在注浆体强度达标后进行,按设计荷载分级张拉,锁定预应力保证土体稳定。土钉墙与锚杆(索)支护质量检测采用抗拔试验,检测数量与合格标准按设计规范执行,确保支护结构满足承载要求。

3 房建工程深基坑降水施工技术

3.1 降水方法分类与选择

深基坑降水方法根据原理与适用场景分为明沟排水和井点降水两大类。明沟排水通过在基坑周边及内部设置排水沟与集水井,利用重力使水流汇集后抽排,施工简便、成本低,适用于土质较好、地下水量小且降水深度浅的工程。井点降水则利用真空或压力原理,通过井管将地下水抽出,包含轻型井点、喷射井点、电渗井点、管井井点等多种类型。轻型井点适用于渗透系数适中、降水深度较浅的粉质黏土或粉土地层;喷射井点降水深度较大,可用于渗透系数较小的细砂或粉砂层;电渗井点借助电场作用强化降水效果,常用于渗透系数极小的黏土;管井井点适用于渗透系数大、地下水量丰富的砾石或粗砂地层。降水方法选择需综合考虑地质条件、降水深度、工程规模及周边环境。地质条件决定降水可行性,如渗透系数低的黏土难以通过常规井点降水,需结合电渗技术;降水深度要求直接影响井点类型选择,深度超过6米时,轻型井点难以满足需求,需改用喷射井点或管井井点;周边存在对沉降敏感的建构筑物时,需选择对周边影响小的降水方案。

3.2 井点降水施工技术

井点系统布置遵循均匀降水、有效覆盖的原则。根据基坑形状与尺寸,采用单排、双排或环形布置,井管间距需保证降水区域无盲区,同时考虑抽水设备的抽水能力。设计时需计算总涌水量、单井出水量,确定井管数量与管径,确保降水效果满足施工要求^[3]。井点埋设是关键施工环节,先采用冲水管或钻机成孔,控制孔深、孔径符合设计标准,井管下放后在其周围填充滤料,滤料粒径与级配需适配地层条件,防止土体颗粒进入井管造成堵塞。井管顶部用黏土封孔,避免地表污水渗入。降水过程中,水位观测是核心控制手段。通过在基坑内外设置水位观测井,实时监测地下水位变化,对比设计降水曲线评估降水效果。若降水速率不达标或出现局部水位异常,需调整抽水设备运行参数或增设井管;需密切关注降水对周边环境的影响,避免过度降水引发不良后果。

3.3 降水对周边环境的影响及防治措施

深基坑降水易引发周边地面沉降与建筑物不均匀沉降。降水导致地下水位下降,土体孔隙水压力减小,有效应力增加,引发土体压缩变形。临近建筑物基础因地基土沉降量不一致,产生倾斜、开裂等问题;地下管线受土体位移作用,可能出现拉伸、断裂等损坏。防治措施从减少土体变形与补充地下水两方面着手。回灌技术通过在基坑周边设置回灌井,将抽出的地下水经处理后回灌至地层,维持降水影响区域地下水位稳定,减小土

体沉降量。止水帷幕采用深层搅拌桩、高压旋喷桩或地下连续墙等方式,在基坑周边形成封闭隔水结构,阻断地下水渗流路径,减少基坑内外水力联系,降低降水对周边环境的影响范围与程度。

4 房建工程深基坑开挖施工技术

4.1 开挖原则与顺序

深基坑开挖遵循“开槽支撑,先撑后挖,分层开挖,严禁超挖”的基本原则。“开槽支撑”强调开挖前需完成支护结构施工,为土体提供侧向支撑;“先撑后挖”要求在开挖前确保支撑体系达到设计强度,避免土体失去约束发生坍塌;“分层开挖”通过将基坑划分为多个作业层,每层厚度控制在合理范围,减少土体一次性卸载量,降低支护结构变形风险;“严禁超挖”则防止因开挖深度过大破坏土体稳定性,威胁基坑安全。常见开挖顺序各有适用场景。中心岛式开挖先保留基坑中部土体作为支撑,开挖周边土方并施工地下结构,再开挖中心土体,适用于大型基坑且周边环境对变形控制要求不高的工程,可加快周边结构施工进度,减少支撑拆除工作量。盆式开挖先开挖基坑周边土方并施工支护结构,再开挖中部土体,对支护结构受力有利,适合软土地层及周边环境敏感区域,能有效控制基坑变形。分层分段开挖按一定厚度分层、长度分段进行,每层每段开挖后及时施工支撑或垫层,常用于狭长形基坑或对变形控制严格的工程,可降低土体暴露时间与空间效应影响。

4.2 开挖机械选择与操作要点

开挖机械选择需综合基坑规模、地质条件、作业空间等因素。大型基坑土方量大,宜选用斗容量大、挖掘深度深的反铲挖掘机,搭配装载机进行土方转运,提高作业效率;小型基坑或狭窄作业区域,可采用小型挖掘机或液压破碎锤进行局部开挖^[4]。软土地层中,为避免机械陷入,需铺设路基箱或采取地基加固措施;岩石地层则需选用带有破碎功能的机械,如液压破碎锤或岩石锯。机械操作需严格遵循安全规范。挖掘机作业前检查设备制动、液压系统,确保运行正常;作业时保持与基坑边缘安全距离,防止土体坍塌导致机械倾覆;装车过程中控制铲斗高度,避免碰撞运输车辆。装载机在土方

转运时,注意避让作业人员与其他设备,严禁超速行驶或急刹车。应定期对机械进行维护保养,及时更换磨损部件,保障设备稳定运行。

4.3 开挖过程中的监测与控制

深基坑开挖需对多项指标实时监测。基坑变形监测包括水平位移与竖向沉降,通过在支护结构上布置监测点,采用全站仪、水准仪等设备测量;周边建筑物沉降监测通过在建筑物基础或墙体设置观测点,掌握建筑物变形趋势;地下水位变化监测利用水位计测量水位观测井水位,判断降水效果及对周边环境的影响。监测数据需科学分析,预警值设定依据基坑设计要求与周边环境承受能力。将监测数据与预警值对比,当变形速率或累计变形量接近预警值时,及时发出预警。分析数据变化趋势,判断基坑稳定性发展态势,如发现变形异常加速,需深入排查原因。根据监测结果灵活调整施工方案。变形超限时,可采取增设临时支撑、放缓开挖坡度、加强降水等措施;建筑物沉降过大时,暂停开挖并评估对建筑物安全的影响,必要时进行地基加固或回灌处理。通过动态调整施工参数与工艺,确保基坑开挖安全可控。

结束语

房建工程深基坑施工技术涉及多方面内容,从支护结构选择到降水、开挖施工,每个环节都至关重要。施工过程中需充分考虑地质条件、周边环境等因素,合理选用施工技术,加强监测与控制。通过不断优化施工方案,严格把控施工质量,可有效降低施工风险,确保深基坑工程安全、高效完成,为后续建筑主体施工奠定坚实基础。

参考文献

- [1]谢毅勇.深基坑桩基围护施工技术要点及实践经验[J].广东建材,2023,39(12):91-93.
- [2]王军凯.浅议建筑深基坑支护工程的施工和管理[J].房地产世界,2023,(12):115-117.
- [3]江明.关于房建施工中深基坑施工技术及其管理的探究[J].中国住宅设施,2024,(11):121-123.
- [4]李传武.房建工程中的深基坑支护施工技术应用[J].未来城市设计与运营,2023,(10):74-76.