

建筑土建工程深基坑支护施工技术研究

张爱民

北京六建集团有限责任公司

DOI:10.32629/etd.v7i4.20232

[摘要] 随着城市地下空间开发持续加深,建筑土建工程中的深基坑支护已由单一围护措施演变为集稳定控制、止水防渗、环境保护与施工协同于一体的综合技术体系。受地质条件差异、地下水扰动、周边荷载变化及施工组织复杂性影响,支护结构受力与变形控制难度不断增大。围绕深基坑支护施工的技术适配、工艺衔接与过程控制展开研究,结合常见支护形式、关键施工环节及质量安全管理要求,可见支护效果的形成并不取决于某一单项技术,而有赖于设计选择、施工实施、监测反馈与动态调整之间的协同统一,由此可为提升深基坑施工安全性、稳定性与工程综合效益提供支撑。

[关键词] 建筑土建工程; 深基坑支护; 施工技术; 变形控制; 质量管理; 安全管理

中图分类号: TV52 文献标识码: A

Research on Construction Technology of Deep Foundation Pit Support in Civil Engineering Projects

Aimin Zhang

Beijing Liujian Construction Group Co., Ltd.

[Abstract] With the deepening development of urban underground space, deep foundation pit support in civil engineering has evolved from a single retaining measure into a comprehensive system integrating stability control, waterproofing, environmental protection, and coordinated construction. Affected by geological conditions, groundwater, surrounding loads, and construction complexity, controlling stress and deformation of support structures has become more challenging. Focusing on technical selection, process coordination, and construction control, it is found that support performance depends on the integration of design, construction, monitoring, and adjustment, which helps improve safety and stability.

[Key words] civil engineering; deep foundation pit support; construction technology; deformation control; quality management; safety management

引言

在建筑工程不断向高层化、综合化与地下化延伸的现实背景下,深基坑已不再只是地下结构施工前的过渡环节,其所承载的安全要求、技术要求与环境约束愈发突出,尤其在场地狭小、周边建构筑物密集、地下管线交错分布的条件下,支护施工的任何细微偏差,都可能放大为变形、渗漏甚至失稳问题。也正因如此,深基坑支护施工不能仅停留于支挡结构设置层面,而应依托地层条件、开挖方式、降排水安排及现场监测结果进行统筹考量,使支护体系在受力合理、施工可行与风险可控之间取得平衡。

1 建筑土建工程深基坑支护施工的技术基础与应用特征

1.1 深基坑支护施工的技术内涵与工程价值

在建筑土建工程中,深基坑支护并非单纯的挡土处理,而是

围绕坑壁稳定、地下水控制、周边环境保护与主体施工衔接所形成的综合性施工技术。随着地下空间开发持续加深,支护体系所承担的功能愈发完整,既要维持开挖阶段土体应力的再分配平衡,又要兼顾邻近道路、管线及建构筑物的安全,由此决定了其技术属性具有明显的系统性与协同性^[1]。对支护施工加以精细组织,不仅能够稳定基坑变形、改善作业环境,也能为后续地下结构施工创造连续、可控的作业条件,工程效益因而得到同步提升。

1.2 深基坑支护施工的影响因素与技术适配特征

深基坑支护效果的形成,受地层结构、地下水位、开挖深度、周边荷载及场地条件共同制约,其中任何一项发生变化,支护受力状态与施工组织方式都可能随之调整。较为复杂的软弱地层更强调止水与变形控制,周边环境越敏感,对支护刚度、监测精度和施工时序的要求也越高。也正因此,支护技术的选用不

能脱离工程实际孤立判断,而应依托勘察资料、环境特征与施工目标进行统筹匹配,使支护形式、施工工艺与现场条件保持协调,进而保证深基坑工程在安全、质量与进度之间实现较优统一。

2 建筑土建工程深基坑支护施工的关键技术环节与实施要点

2.1 支护结构成型施工的精度控制

深基坑支护能否稳定发挥作用,决定因素往往并不只在结构形式本身,更在于成型施工阶段的精度、完整性与连续性。排桩、地下连续墙、钢支撑及锚杆体系虽各有差异,但其共同要求在于轴线偏差要小、成孔质量要稳、钢筋骨架定位要准、混凝土灌注要连续,由此才能使设计受力状态在现场得到较好还原。若桩位偏移过大、孔底沉渣控制不严,或墙体接缝处理不到位,支护体系便容易在开挖后出现局部刚度不足、止水薄弱、受力不均等连锁问题,后续再去补强,成本高且干扰大^[2]。

以某高层住宅项目地下两层车库基坑为例,基坑开挖深度约10.8 m,场地上部为杂填土,下部夹有粉质黏土与中细砂层,项目采用钻孔灌注排桩配合冠梁支护。施工单位在支护桩成孔阶段,将垂直度控制与泥浆指标管理同步纳入现场巡检,每完成10根桩即复核一次孔位和孔深,同时在钢筋笼下放前复查保护层垫块设置情况,使桩身完整性检测I、II类桩占比保持在95%以上。开挖至中部工况后,支护桩侧向位移整体较平稳,说明前端成型质量越扎实,后续基坑受力表现越从容,这类经验对建筑土建工程具有较强启发意义。

2.2 开挖与支撑协同推进的时序控制

深基坑施工并不是“先支护、后开挖”的简单线性过程,而是支护结构、土方开挖、支撑安装与应力重分布交替发生的动态过程,时序一旦失衡,再完善的支护方案也难以完全发挥效能。较为理想的状态,应是边开挖边释放土体应力、边安装支撑边重建平衡体系,使基坑围护结构始终处于可控变形范围内。依托分层、分段、分区、限时开挖原则,可将大范围土体扰动拆解为若干较小单元,由此减轻一次性卸荷带来的集中变形。

2.3 地下水控制与现场监测的联动实施

在深基坑工程中,地下水往往是最容易被低估、却又最具扰动性的因素之一。水位抬升会削弱坑壁土体稳定性,渗流增强则可能诱发流砂、管涌和坑底隆起,支护结构即便强度充足,若止水与降排水安排失当,整体安全性仍难以保证。因而,支护施工不宜孤立看待,而应将截水帷幕、坑内降水、坡脚排水与实时监测统一纳入技术体系之中,使“结构控制”与“水环境控制”同步展开。

某办公楼项目基坑邻近市政道路与既有管线,地下水位较高,开挖前采用三轴搅拌桩形成止水帷幕,并布设管井降水系统。进入第二层土方开挖后,个别观测井水位回升幅度达到0.35 m,现场随即对抽水频率和井点运行状态进行调整,同时复核帷幕接头完整性,避免了局部渗水进一步扩大。监测结果显示,处理后一周内周边地表沉降由日均1.8 mm降至0.7 mm左右,说明地

下水控制对变形抑制具有直接效果。为便于把握关键控制内容,可将常见监测指标及其作用概括如下。

表1 深基坑施工阶段主要监测指标及控制意义

支护结构水平位移	桩顶、墙顶及中部侧移变化	判断围护结构刚度是否满足要求,识别变形发展趋势
周边地表沉降	道路、场地及建筑周边沉降值	评估基坑开挖对周边环境的扰动程度
支撑轴力	钢支撑或混凝土支撑受力变化	判断支撑是否进入异常受力状态,避免失稳
地下水位	观测井内水位升降情况	校验降水效果,预防渗流破坏与突涌风险
周边建筑物沉降与倾斜	临近建筑沉降、裂缝发展情况	保障既有建筑物安全,便于及时采取保护措施

由表1可见,监测并非单纯记录数据,其价值在于把隐性的受力变化转化为可识别、可判断、可干预的管理依据。借助这一机制,施工现场能够在问题尚处于萌芽阶段时完成修正,进而把风险消解在前端。

2.4 关键工序质量闭环与施工组织优化

深基坑支护施工越到后期,越能显现出一个规律——工程稳定并非依赖某一“强技术点”单独支撑,而是依托多道工序质量闭环持续累积形成^[3]。支护桩施工完成后是否及时检测,冠梁与腰梁连接是否可靠,钢支撑预加轴力是否均衡,锚索张拉值是否与设计工况匹配,监测数据异常后是否迅速反馈到现场调整,这些看似分散的环节,实则共同决定着支护体系的整体韧性。对于建筑土建工程而言,真正成熟的深基坑施工技术,不只是把结构做出来,更要把施工逻辑理顺、把问题响应机制建起来。

在某医院扩建工程中,基坑周边环境敏感,北侧距离既有门诊楼不足9m。项目采用地下连续墙结合两道钢支撑方案,施工单位没有将检测、监测、巡查分散管理,而是建立了“成槽验收—钢筋笼复核—混凝土灌注记录—支撑安装验收—监测日报分析”连续闭环。开挖至第三工况时,局部支撑轴力增长速率偏快,项目技术组结合监测曲线、土方进度和现场巡查情况综合判断,发现原因并非支撑本体问题,而是坑边临时堆载偏大所致,随即完成卸载和交通组织调整,轴力变化随之趋稳。此类做法的积极意义在于,它把深基坑支护由“事后处理”前移为“过程调控”,既增强了施工的确性,也使技术管理更具主动性和精细化特征。

3 建筑土建工程深基坑支护施工的质量安全控制与优化路径

3.1 深基坑支护施工中的常见问题识别与风险机理分析

深基坑支护施工的复杂性,并不只体现于结构受力计算或施工工艺安排之中,更集中表现为多因素交织下的风险传导特征。就现场实际而言,风险往往起始于前期勘察深度不足、支护选型与地层条件匹配不够、降排水措施考虑不周,继而在开挖时序失衡、监测反馈滞后、现场荷载控制不严等因素作用下逐步放大,最终表现为位移超限、局部渗漏、支撑受力异常甚至基坑失稳。也就是说,深基坑问题并非某一工序孤立失误的结果,而

更像是一条由设计、施工、监测、管理共同构成的连续链条,其中任一环节控制松动,都可能改变整体受力平衡。值得注意的是,当前不少工程已不再单纯追求支护结构“强度足够”,而是更加重视其在施工全过程中的适应性与稳定性,这种认识本身就是积极进步。

3.2 深基坑支护施工的质量控制与安全管理重点

质量控制与安全管理在深基坑工程中并非并行分设的两条线,而是相互嵌合、彼此支撑的统一体系。支护结构质量越稳定,安全风险越容易被压缩;安全管理越细致,施工质量越能在受控状态下持续实现。由此看,深基坑支护施工的管理重点,应落在全过程、关键点与响应性三个层面^[4]。全过程控制强调从勘察复核、方案论证、技术交底到工序验收、监测分析和应急准备形成完整闭环,避免“重施工、轻前端”“重结构、轻管理”的片面倾向;关键点控制则要求把桩体成型、锚杆注浆、支撑安装、降水运行、土方开挖等核心工序纳入重点监管范围,使每一道工序都与结构安全直接对应;响应性控制更强调数据、现场与决策之间的联动,监测一旦出现异常波动,应能迅速转化为施工调整指令,而不是停留在记录层面。

随着建筑土建工程管理水平持续提升,深基坑施工已越来越注重制度化与精细化结合。专项方案会审、危险源动态辨识、关键工序旁站、监测日报分析、风险预警分级响应等做法不断成熟,使深基坑管理从经验主导逐步迈向标准主导与数据辅助并重的阶段。这样的转变带来的并不只是安全系数提升,更使施工组织更加清晰、责任边界更加明确、质量追溯更加有据,工程整体运行也因此更稳健。

3.3 深基坑支护施工技术的优化方向与发展趋势

从长远看,建筑土建工程深基坑支护施工的提升,核心不在于单一技术不断叠加,而在于技术体系、管理机制与信息手段的

深度融合。未来支护施工的发展,应更加突出精细设计、动态施工与智慧管控的协同关系。所谓精细设计,并非仅在图纸层面增加参数,而是在充分掌握地质、水文与周边环境条件基础上,使支护形式、刚度配置、止水思路和开挖时序实现更高程度匹配;所谓动态施工,则是借助过程监测和现场反馈不断修正施工节奏,使支护体系始终处于合理受力区间;所谓智慧管控,则体现在监测信息集成、预警模型应用和施工数据联动管理上,使现场决策更具及时性与准确性。

4 结语

深基坑支护施工所考验的,既是建筑土建工程的技术深度,也是现场组织、风险预判与精细管理的综合能力。只有把支护体系放在地质条件、施工扰动与环境约束共同作用的真实场景中加以统筹,支护技术的安全价值、质量价值与效益价值才能真正释放。随着工程建设不断向地下空间纵深推进,更高水平的协同施工、更精准的过程控制、更稳健的技术应用,必将成为深基坑支护施工持续优化的重要方向。

[参考文献]

- [1]刘金龙.建筑工程深基坑支护与土方开挖施工技术[J].全面腐蚀控制,2026,40(01):208-211.
- [2]叶淼.建筑工程深基坑支护与土方开挖施工技术关键技术研究[J].散装水泥,2025,(05):55-57.
- [3]王建青,刘希辉,王利健.房屋建筑工程深基坑支护施工技术研究[J].工程机械与维修,2025,(10):134-136.
- [4]于成伟.建筑工程深基坑支护施工技术研究[J].新城建科技,2025,34(07):117-119.

作者简介:

张爱民(1987--),男,汉族,北京人,本科,工程师,研究方向:项目管理。