

城市狭窄环境深基坑开挖施工技术研究

胡成 叶懿斌 高春阳 雷安东 马勇

中国建筑工程(香港)有限公司

DOI:10.12238/bd.v9i2.4340

[摘要] 为提升深基坑开挖施工的环境适应能力,推动狭窄环境下既定建设任务的稳妥有序开展。文章运用系统理论,着眼城市狭窄环境深基坑开挖施工难点,结合成熟案例和经验做法,尝试通过技术创新、流程创新、制度创新,搭建实用性强、可行性高的开挖施工模式,最大程度地保障深基坑建设效能。

[关键词] 城市区域; 狭窄环境; 深基坑开挖; 施工技术; 应用路径

中图分类号: TU74 文献标识码: A

Research on Support Systems for Deep Foundation Pit Construction in Urban Constricted Spaces

Cheng Hu Yibin Ye Chunyang Gao Andong Lei Yong Ma

CHINA STATE CONSTRUCTION ENGINEERING (HONG KONG) LIMITED

[Abstract] In order to improve the environmental adaptability of deep foundation pit excavation construction, promote the steady and orderly development of the established construction tasks in a narrow environment. This paper uses system theory, focuses on the difficulties in excavation and construction of deep foundation pit in narrow urban environment, combined with mature cases and experiences, and tries to build a excavation and construction mode with strong practicability and high feasibility through technological innovation, process innovation and system innovation, so as to guarantee the construction efficiency of deep foundation pit to the greatest extent.

[Key words] urban area; narrow environment; excavation of deep foundation pit; construction technology; application path

前言

深基坑开挖施工对周边环境、既有建筑的扰动作用明显,施工团队在开挖方案选择、调整过程中,需要发挥主观能动性,针对狭窄环境等特殊工况,因地制宜、因时制宜、因事制宜,优化施工思路,健全技术方案,完善工艺流程,旨在最大限度地保证深基坑开挖质效,

1 城市狭窄环境深基坑开挖施工难点分析

系统性总结城市狭窄环境深基坑开挖对周边环境、既有建筑物产生的影响,引导施工团队把握技术类型选择、工艺方案应用的底层逻辑,为后续应用思路的梳理与应用路径的优化奠定坚实基础。

1.1 施工扰动范围大

圣母医院重建项目坐落于人员密集且交通道路狭窄的区域,其南面紧邻圣母书院与圣母小学,东侧则是密集的居民楼群,北面与圣文德书院相接,而西侧则是圣母医院的门诊大楼,四周环境紧凑,位于典型的城市狭窄环境中。城市狭窄环境作业空间范围较为有限,深基坑施工土方开挖过程中,周边土体受力状态发生

深刻变化,受到较大负荷^[1]。在负荷作用下,土体发生变形和沉降问题。土体变形和沉降问题如果没有得到妥善处置与应对,极易对周边建筑物地基产生扰动,引发结构性位移,使得周边建筑出现倾斜、开裂以及变形。尤其在软土区域,受制于土壤自身属性,土方开挖、支护中,土体侧向位移更为明显。基坑开挖过程中,挖掘和打桩过程中产生的噪音和震动会传递到相邻建筑,导致建筑结构发生变形,甚至可能引发裂缝、墙体脱落等问题。尤其在圣母医院重建项目周边,学校、医疗机构及老旧建筑物密集分布的背景下,对深基坑开挖作业提出了更为严苛的标准与要求。此外,基坑与环境之间相互作用、相互影响,极易出现诱发地面沉降、基础变形、地质灾害等情况。具体来看,深基坑周边建筑耦合效应发生后,周边建筑的地质结构发生变化,受力平衡状态遭受破坏,出现路基沉降、变形,产生道路裂缝、坑洼等问题,影响了道路服务寿命和通行能力。同时在耦合效应的作用下,深基坑施工区域应力分布发生深刻变化,对周边建筑物产生冲击,引发房屋裂缝、倾斜等问题。为更好地应对深基坑施工周边建筑耦合效应,施工企业要完善控制技术,调整技术参数,通

过监测技术、控制技术的综合运用,最大程度地降低深基坑施工对周边建筑的危害作用。

1.2 施工技术难度高

1.2.1 施工设备选型受限

狭窄的城市环境可能限制了大型施工设备的使用,一些大型的挖掘设备、吊装设备可能无法进入施工现场或者难以开展操作。施工企业不得不选择小型或者特殊的施工设备,然而这些设备可能存在工作效率较低、施工精度难以保证等问题。例如,小型挖掘机的挖掘能力有限,在面对大量土方开挖任务时,需要更多的作业时间,从而延长了施工周期,同时,部分小型设备的操作灵活性相对较差,在狭小空间内进行精确挖掘操作比较困难,容易对周边环境造成不必要的扰动^[2]。

1.2.2 施工安全风险高

城市狭窄环境中深基坑开挖时,由于施工场地有限,材料堆放、机械设备停放等都比较拥挤,容易造成现场混乱。一旦发生火灾、爆炸等突发安全事故,救援设备难以快速到达现场,救援工作难以有效开展。在进行基坑开挖时,必定会有大量的机器设备和泥车等车辆频繁出入,而项目旁的龙凤街道又相对窄小,容易造成堵塞。同时,由于周边建筑物和人员密集,深基坑施工过程中的任何安全事故都可能对周边造成严重的人员伤亡和财产损失。

2 城市狭窄环境深基坑开挖施工技术应用思路

城市狭窄环境深基坑开挖施工技术的应用,要求施工团队尊重客观规律,从受力分析、技术比选等维度出发,因势利导,形成最优技术方案。

2.1 分析受力特点

施工团队在城市狭窄环境深基坑开挖环节,为保证施工技术的指向性,将施工扰动程度控制在合理区间范围内,增强开挖施工质效,工作人员从土体受力分析、建筑物受力分析入手,根据受力状态,灵活调整技术方案。具体来看,在深基坑开挖前,工作人员要对周边土体的初始应力状态进行详细地勘察和分析^[3]。考虑不同土层的物理力学性质,掌握开挖区域土壤的黏聚力、内摩擦角,评估地下水对土体应力的影响。在开挖过程中,随着土体的移除,周边土体的应力会重新分布,要准确计算这种应力变化对基坑稳定性和周边环境的影响。工作人员要对周边建筑物的基础形式、结构类型、承载能力等进行详细调查,同时对地下管线的类型、管径、埋深、材质等进行统计分析。评估深基坑开挖过程中,周边建筑物和地下管线所受到的附加应力,包括土体变形引起的地基附加应力和施工机械振动引起的动应力等。根据这些分析结果,确定需要采取的保护措施,如对建筑物基础进行加固、对地下管线进行迁移或者保护等。

2.2 进行技术比选

传统技术与新技术的比选。对于城市狭窄环境下的深基坑开挖,传统的施工技术如放坡开挖、钢板桩支护等在某些情况下可能仍然适用,但随着科技的发展,一些新的技术如地下连续墙、SMW工法桩等也具有很多优势。例如,地下连续墙具有良好

的止水性能和较高的结构强度,适用于深基坑且周边环境复杂的情况,SMW工法桩施工速度快、造价相对较低^[4]。施工团队要根据具体的工程条件,如基坑深度、周边环境要求、工程预算等,对传统技术和新技术进行全面的比选。不同支护技术的比选。支护技术是深基坑开挖中的关键环节。可供选择的支护技术有多种,如排桩支护、土钉墙支护等。在综合各种因素的基础上,圣母医院重建项目选定了排桩支护方案。该方案施工振动小、噪音低,能高效利用有限空间,非常适合对周边环境有着较高保护要求的场合。同时,排桩支护系统具备强大的承载能力,能够有效确保基坑的稳定性和周边建筑物的安全。施工团队要根据基坑的地质条件、周边环境以及施工成本等因素,综合比选不同的支护技术,确定最适合的支护方案。

3 城市狭窄环境深基坑开挖施工技术应用路径

创新城市狭窄环境深基坑开挖施工技术应用路径,完善技术路径,搭建技术框架,引导施工团队高质量完成目标任务,兼顾开挖质量、效率以及成本。

3.1 施工前的准备工作

3.1.1 健全完备的勘察体系

施工人员利用专业设备,准确查明各土层的分布、厚度、物理力学性质,通过原位测试和室内土工试验相结合的方式,精确获取土体的强度参数和变形参数。对于特殊地质条件,如存在溶洞、断裂带等不良地质现象,需进行专门的勘察和风险评估。地下管线勘察过程中,采用电磁法、雷达探测法等多种探测手段,获取管线的走向、埋深、管径、类型等信息的准确性。同时,详细调查管线的使用状况,建立管线数据库,为开挖保护措施提供全面的数据支持^[5]。对周边建筑物勘察环节,施工人员采用无损检测技术,对建筑物关键部位进行检测,分析建筑物的抗震性能、沉降历史等信息,以便在深基坑开挖过程中采取针对性的保护措施。

3.1.2 制定合理的开挖方案

城市狭窄环境下深基坑开挖施工方案,应基于对工程特点和周边环境,进行综合性分析和整体性评估,通过开挖方案的精准选择,有效减少基坑变形,缩短总工期。施工方法的选择要综合考虑多种因素。在土方开挖方法上,根据基坑规模、土质情况和周边环境,可选择分层分段开挖、中心岛式开挖或盆式开挖等方法。圣母医院重建项目采用了分层分段开挖方法,该方法能够减小土方坍塌的风险,同时,这种开挖方式也有助于减轻施工活动所产生的噪音与扬尘污染。土方开挖方案应明确开挖的分层厚度、每一层的开挖坡度、开挖机械的选型和行走路线等。根据地质条件和支护结构形式,合理确定分层厚度,一般软土地区分层厚度宜控制在2m到3m,硬土地区可适当增大,开挖坡度要满足土体稳定要求。开挖机械选型要考虑场地狭窄的特点,优先选择小型灵活、工作效率高的设备,并规划好机械的行走路线,避免对已开挖区域和支护结构造成破坏。

3.2 施工开挖技术应用路径

3.2.1 严格控制施工过程

土方开挖过程中,要严格按照预定的开挖速度进行控制。采用信息化施工技术,在基坑周边设置沉降和位移监测点,实时监测土体变形情况,并根据监测数据调整开挖速度。当监测到土体变形速率超过预警值时,应立即停止开挖,分析原因并采取相应的加固措施。对于灌注桩支护结构,要严格控制孔的垂直度、孔径、孔深等,持续保证成孔质量,确保钢筋笼的制作和安装符合设计要求,混凝土灌注过程要连续、密实,防止出现断桩、缩颈等质量问题。对于地下连续墙支护结构,要控制导墙的施工精度,确保槽壁的稳定性,在混凝土浇筑过程中要保证混凝土的均匀性和密实性,防止出现夹泥、露筋等缺陷。布设水位观测井,密切关注地下水位变化情况,确保降水效果达到设计要求。同时,要控制抽水速率,避免因抽水过快导致周边土体失水过多而引起地面沉降。根据水位监测数据,适时调整井点的抽水时间和抽水量,当降水对周边环境产生不利影响时,应采取回灌措施,补充地下水位。

3.2.2合理应用开挖技术

施工人员在深基坑开挖过程中,要做好放坡开挖技术、支护开挖技术的合理应用,最大程度地提升施工质量。具体来看,在放坡开挖施工中,施工人员准确确定放坡坡度,这需要根据土质类型、开挖深度等因素进行计算。圣母医院重建工程中,所有开挖的坡面坡度不超过30度,新开挖出的土在临时堆放时高度不得超过2米、坡度不超过30度。在开挖过程中,要分层分段开挖,每层开挖深度不宜过大,一般控制在2米到3米范围内,以防止土体滑动。同时,要做好坡面防护,可采用水泥砂浆抹面、挂网喷浆等方式,防止雨水冲刷和风化导致坡面土体流失。打桩过程中,要根据地质条件选择合适的打桩设备和方法,如振动锤打桩或静压沉桩。对于软土地层,振动锤打桩效率较高,但要注意控制振动对周边环境的影响;在对振动敏感的区域,可以采用静压沉桩。由于施工区域空间范围较窄,深基坑开挖受限,施工团队与设计人员进行技术交底后,组织人员开展细致勘察,获取基础数据,围绕基础数据,综合分析各类因素,选择支护开挖方案,每开挖到设定的深度,会及时安装挡土板和支撑结构后再进行下一阶段的挖掘工作,如此循环往复,以确保施工的安全性。打桩作业前,会使用专业仪器设备,测算桩身垂直度,并做好信息数据反馈,当桩的垂直度不符合要求时,需拔出套管回填沙子,重新新钻,以确保垂直度符合要求。

3.2.3实时开展开挖监测

建立全方位、多层次的监测系统。除了常规的基坑侧壁位

移、周边建筑物沉降、地下水位变化监测外,还应增加对支护结构内力、土体深层水平位移、周边道路路面变形等的监测。监测点的布置要具有代表性和科学性,能够全面反映深基坑施工过程中各部分的变形和受力情况。监测频率应根据施工进度和变形速率进行动态调整。在土方开挖初期和支护结构施工阶段,监测频率可适当加高,如每天监测1次到2次;当基坑变形趋于稳定时,可适当降低监测频率,如每2天到3天监测一次。当开挖到对应深度时,需对地基基础承载力进行检测,在满足条件后方可继续下一步的开挖工作。对于邻近敏感建筑物,如医院、学校等,可放置震动检测器,以实时记录施工所带来的震动系数,以做好预防和减震措施。施工人员在深基坑开挖监测环节中,要做好监测数据横向对比,一旦开挖监测数据出现异常变化,需要调整监测方案,适当增加监测频率,同时对监测数据进行实时分析。根据监测结果及时调整施工方案。采用专业的数据分析软件对监测数据进行处理和分析,建立监测数据与施工工况之间的关系模型。当监测数据显示基坑变形或周边环境变化超出设计允许范围时,要迅速采取有效的应对措施。

4 结语

城市狭窄环境工况环境特殊,为保证深基坑开挖施工总体质效,增强技术方案的适应性与实用性,文章借助系统理论,梳理狭窄环境深基坑开挖施工面临的难点、堵点问题,立足已有经验,梳理技术思路,创新工艺方案,推动深基坑开挖活动高效开展。

[参考文献]

- [1]李峰.超长狭窄深基坑新型流态填筑料回填施工技术[J].建筑技术开发,2024(3):150-153.
- [2]黎英杰.狭窄场地深基坑支护集约化使用施工技术研究[J].工程技术研究,2024(8):87-89.
- [3]熊国武.基于“零”施工场地条件下深基坑内支撑拆除的施工技术探索[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022(12):208-212.
- [4]阳征林.房建工程中深基坑开挖与支护施工技术的实践探讨[J].建材发展导向,2023(14):119-122.
- [5]李瑞英.城市狭窄环境空间高层群体建筑施工组织技术研究及应用[J].建筑技术开发,2024(4):39-42.

作者简介:

胡成(1988—),男,汉族,湖北武汉人,中国建筑国际集团有限公司,工程师,大学本科,研究方向:大型医院、大型酒店综合体。