

深基坑施工技术在房建施工中的应用研究

邹文渊

江西建工第一建筑有限责任公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i11.8518

[摘要] 伴随着房建工程由低层平面向高、深方向的发展,在其施工过程中深基坑支护技术是保证结构安全的核心因素,直接影响支护的稳定性与周围环境的安全情况。目前,大部分工程的设计与施工缺乏联系,支护体系不完善以及没有做好支护的防护和检测,很容易造成变形失稳。需根据现场的地质条件和水文条件来选择支护方案;推广大管桩内支撑等有效办法;加强支护、防水和监测工作力度。同时也要提高施工队伍的技术水平,采用绿色施工理念,确保深基坑工程的安全、高效、可持续发展。

[关键词] 深基坑施工技术; 房建施工; 应用研究; 基坑支护; 施工质量

Research on the Application of Deep Foundation Pit Construction Technology in Building Construction

Zou Wen Yuan

Jiangxi Construction Engineering First Co., Ltd.

[Abstract] With the development of building engineering from low-rise planar to high-rise and deep-directional, deep foundation pit support technology is a core factor ensuring structural safety during construction, directly affecting the stability of the support and the safety of the surrounding environment. At present, most projects lack connection between design and construction, the support system is incomplete, and the protection and detection of the support are not well done, which is likely to cause deformation and instability. It is necessary to select the support scheme according to the on-site geological and hydrological conditions; promote effective methods such as large pipe pile internal support; strengthen the support, waterproofing and monitoring work. At the same time, it is also necessary to improve the technical level of the construction team, adopt the concept of green construction, and ensure the safe, efficient and sustainable development of deep foundation pit projects.

[Key words] Deep Foundation Pit Construction Technology; Building Construction; Application Research; Foundation Pit Support; Construction Quality

1. 引言

加快城市化进程使得更多的高层建筑出现,深基坑工程在房屋建筑施工中非常重要,其技术是否合理影响到整体的安全性和质量以及周边环境。如果进行一些不规范操作或是不合理的地质勘察和支护设计,在一定程度上也会影响整个工程施工的质量,给施工单位带来巨大的损失。所以,研究深基坑施工技术,能够使施工质量更好、更加安全和有效,并且还能降低工程造价,最终达到绿色发展,助推我国建筑行业的可持续发展。

2. 深基坑技术概述

2.1 技术定义

所谓深基坑技术就是指房建工程其中的一个重要施工环

节,比如开挖深度超过5米以上的土体开挖、支护结构设计以及地下水控制等这样一系列的工程。它主要是为了确保深基坑和周边环境的稳定和安全,在开挖过程中,会对原来稳定的土体产生一定的扰动作用,容易导致土体产生位移以及支护结构变形,如果支护体系的设计或者施工出现错误,就会造成基坑失稳、临近建筑物出现沉降和坍塌现象,严重的甚至会危及公共安全。此外,由于地下水的影响,会使土体的抗剪强度和基底的承载力受到影响,必须采用井点降水或止水帷幕的方法来控制水位,在沿海高水位地区,这个因素更加需要重视起来。所以对于深基坑工程而言,在综合考虑当地的地质情况、周边环境以及施工工艺的情况下,要做好全过程动态监控,并做好安全预警工作。

2.2 发展历程

深基坑技术的发展与城市化进程及高层建筑的兴起密切相关。早期以放坡开挖为主，适用于地质条件良好、深度较浅的基坑工程，但受限于城市土地资源紧张，其应用逐渐受到制约。20世纪中叶以来，支护技术逐步演进，钢板桩因施工高效、成本较低而广泛应用于临时性或浅层基坑，有效控制土体侧向位移。

当地下空间开发达到一定深度时，传统的支护方式无法满足工程的安全和稳定要求，这时就需要采取支护措施比较复杂、成本较高的钢筋混凝土灌注桩及地下连续墙等高承载力支护结构形式来完成深大基坑挡土和止水的作用，保证相邻重要构筑物的安全。近些年，基于岩土力学理论和技术、信息技术发展，深基坑工程实现了数值模拟和自动化监测，结合变形应力数据和智能预警系统实现了施工参数的动态控制，极大提高了深基坑工程的安全性和可控性。我国已经进入了以智能化为核心的信息化发展新时代，在未来我国信息化和智能化将更深层次、更大范围地融入到城市地下空间建设之中。

3. 施工关键技术

3.1 支护技术

在房建工程深基坑施工中，支护技术是保障基坑稳定与周边环境安全的核心环节。排桩支护作为常用形式，由钢筋混凝土支护桩、内支撑及防渗帷幕构成，通过在基坑周侧成排布设桩体，有效抵抗土体侧压力并控制地下水渗流。其适用于复杂地质与深大基坑，具备高承载力与良好止水性能，施工中需严格控制桩身垂直度、混凝土质量及帷幕封闭性，确保整体支护体系的可靠性。

就功能而言，土钉墙和锚杆支护分别适应不同工况条件下的边坡稳定要求：土钉墙是沿开挖边坡开挖后分层分段设置注浆土钉并喷射混凝土面层，将基坑内土体就地利用，加固土体，因此具有施工方便、价格低廉的优点，适于地质条件较好、开挖较浅、平面布置比较规整的基坑工程。而锚杆支护则是把高强度钢筋或者钢绞线打入或锚固到稳定岩土层中，产生较大的主动抗拔力来约束边坡变形，所以它适用于深基坑以及临近重要建筑或其他重要构筑物边坡等高风险地区，但是施工过程中要严格控制钻孔角度、注浆密实度以及锚杆抗拔性能检测，从而保证其支护结构的稳定性和耐久性。

3.2 降水技术

在深基坑工程中，地下水控制是确保施工安全与结构稳定的核心环节。合理选用降水技术可有效降低地下水位，提升土体抗剪强度与基坑整体稳定性。常用方法包括轻型井点、喷射井点及管井降水，其适用性取决于土层渗透性、降水深度及基坑规模。轻型井点适用于渗透系数较小的地层，降水深度一般不超过6m，通过在基坑周边布设间距0.8~1.6m的井点管，利用真空泵抽吸形成负压排水，保障浅层基坑干燥作业环境。

对于深且渗透性好的地层来说，喷射井点、管井降水更有利。喷射井点通过高压水或高压气喷射井管内的负压来进行抽水，适用降水深度8—20米，常用于降水比较大的工业厂房等地质条件下，井距控制在2—3米左右，同时应严格控制喷射的压力和流量，来保证其正常工作。管井降水适用于大面积深埋基坑，比如对于超高层建筑、大型地下车库，可以在基坑内外布置很多深井，并用潜水泵进行不停地抽排，降水深度无限制。需要在施工过程中及时观察基坑内的水位情况以及出水量情况，不断地调整水泵运转参数，使其一直处于相对理想的范围内，才能达到基坑长期的稳定性。

4. 深基坑施工技术面临的挑战与应对策略

4.1 复杂地质条件的挑战

在我国部分地区，房建工程深基坑施工面临着岩溶、软土、高承压水等复杂地质条件。以岩溶地质为例，地下溶洞的分布具有随机性和隐蔽性，若在基坑开挖过程中遭遇未探明的溶洞，极易引发基坑坍塌、突水等事故。应对此类挑战，需强化地质勘察的精度与深度，采用综合勘察手段，如地质雷达、钻探结合物探等，全面查明地下岩溶的分布、规模及充填情况。在施工阶段，可采取超前注浆加固技术，对溶洞进行填充和加固，形成稳定的持力层，确保基坑支护结构的安全。

对于软土地层，其具有高压缩性、低强度的特点，基坑开挖后易产生较大的沉降和侧向变形。针对软土深基坑，可采用“水泥土搅拌桩+型钢”的SMW工法桩支护形式，利用水泥土的固化作用提高软土的强度，同时型钢的加入增强了支护结构的刚度，有效控制软土的变形。此外，还可结合堆载预压、真空预压等软基处理技术，提前对软土地层进行加固，降低基坑施工对周边环境的影响。

4.2 周边环境制约的挑战

城市核心区的房建深基坑工程，往往周边分布着密集的既有建筑物、地下管线和交通设施，基坑施工对周边环境的变形控制要求极高。一旦基坑变形超出允许范围，可能导致周边建筑物开裂、地下管线破裂、道路塌陷等严重后果。为应对这一挑战，需建立精细化的变形监测体系，除常规的沉降、位移监测外，还应采用自动化监测设备，如自动化全站仪、倾角仪等，实现对周边环境变形的实时、连续监测。

同时，可采用“隔离桩+止水帷幕”的隔离防护技术，在基坑与周边敏感建（构）筑物之间设置隔离桩，切断基坑变形向周边的传播路径。对于重要的地下管线，可采用管线迁改、悬吊保护或设置管线监测点等措施，确保管线在基坑施工期间的安全。

5. 智能化技术在深基坑施工中的深度应用

5.1 智能监测系统的构建

基于物联网、大数据和人工智能技术，构建深基坑智能监测系统。该系统整合了各类监测传感器、数据传输设备和分析

平台,实现对基坑支护结构、周边环境、地下水位等多维度数据的实时采集、传输和分析。通过机器学习算法,对监测数据进行挖掘和分析,建立基坑变形的预测模型,提前预警潜在的安全风险。例如,当监测数据显示基坑变形速率突然增大时,系统可自动发出预警信号,并推送至相关管理人员的移动终端,为应急处置争取时间。

5.2 智能施工装备的应用

推广应用智能施工装备,如智能旋挖钻机、智能锚杆钻机等。这些装备配备了自动导航、智能控制系统,能够实现施工过程的自动化和精准化。以智能旋挖钻机为例,其可根据地质勘察数据自动调整钻进参数,如转速、扭矩、钻进速度等,提高成孔质量和效率,同时减少对周边土体的扰动。智能锚杆钻机则可实现锚杆钻孔角度、深度的精准控制,确保锚杆的抗拔力满足设计要求。

此外,可引入建筑机器人参与深基坑施工,如基坑边坡修整机器人、混凝土喷射机器人等。这些机器人具有高精度、高稳定性的特点,能够在复杂的基坑环境中完成边坡修整、混凝土喷射等作业,不仅提高了施工质量,还降低了施工人员的劳动强度和安全风险。

6.工程应用分析

6.1 案例介绍

本工程为位于城市核心区的30层商住综合楼,总建筑面积8万平方米,设三层地下停车场,基坑开挖深度约15米,属典型深基坑项目。场地周边建筑密集、管线交错,且邻近主干道,对施工引起的地层变形控制要求严格。区域地下水位较高,地质条件复杂,涵盖粉质黏土与砂质土等多类土层,显著增加施工技术难度。前期通过详勘与环境评估,确立了以变形控制为核心的技术路径,并制定针对性支护与降水方案。

基坑支护采用排桩结合预应力锚杆形式,排桩为 $d=800\text{mm}$ 、桩距 1.2m 的钢筋混凝土灌注桩,起到可靠的侧向支护作用;锚杆按土层力学性状分级,在不同土层内按一定步长分级布置,并予施加预应力,增加结构刚度和结构抗变形能力;降水采用管井系统,在基坑内外均布置,井深约 20m 左右,连续不断地把地下水位降低至基底 $0.4\text{m}\sim 1\text{m}$,从而保证该区域为干作业面。土方开挖严格遵循“先撑后挖、分层分段、严禁超挖”的原则,每层开挖高度控制在 $2\sim 3\text{m}$,根据监测数据调整开挖速度,确保基坑稳定和周边环境安全。

6.2 应用效果

项目应用深基坑施工技术以后极大地提高了整个工程项目实施的效果,在安全控制方面使用排桩加锚杆组合支护体系来抵消土体侧向压力,使基坑边坡保持稳定状态,全过程信息化监测四周建筑沉降倾斜、地下管线变形均处于规范允许范围之内,没有发生任何安全事故,从而表明了支护设计的可行性。质量保证方面,由于采用了降水控制和分层分段开挖的方法,

一方面可以有效防止基底出现扰动的现象,另一方面可以确保地基的承载力和平整度,以及有效避免地下水渗漏对混凝土浇筑带来的不良影响,有利于后续的基础工程及上部结构施工的顺利开展。

根据进度和经济效益指标,在进度上减少了约15%的基坑施工工期;经济效益上为既定主体结构工期争取了主动权,同时项目整体能够按期推进。初始投入稍有增加,但由于受控的风险较小,不存在因质量问题造成的返工或修补费用,加上工期压缩后相应的管理成本也降低了,节约建设成本10%左右,达到较好的投资收益效果。目前该项目取得的成果可为类似的城市环境条件下的房建工程提供成功的案例,以此方式解决地基基础等技术问题并推广使用。

结论

深基坑施工技术是影响房建工程质量与安全的重要组成部分,但目前存在的施工方案执行偏差、边坡修整不合理、支护体系不完善等问题影响着基坑的稳定性以及施工精度。应强化前期的地质勘察与方案设计,在实际施工中尽量采取排桩支护、防水处理、实时监测等有效的技术措施以保证施工的规范性和安全性,同时做好后期施工质量的管控工作。之后要注重人才的培养,充分推行信息化、绿色施工技术和质量管理体系建设,从而促使其更加智能化和可持续化地发展。

[参考文献]

- [1]柯建水.深基坑支护技术在房建施工中的应用研究[J].居舍,2023,(36):28-31.
- [2]吴庆伟.深基坑支护技术在建筑施工中应用[J].中国建筑金属结构,2023,22(09):77-79.
- [3]张庆,贺海利.深基坑支护技术在高层建筑工程施工中的应用[J].工程机械与维修,2023,(05):210-212.
- [4]陈鹏亮.深基坑支护技术在建筑施工中的应用研究[J].砖瓦,2023,(07):136-138.
- [5]韩磊.深基坑支护技术在建筑施工中的应用研究[J].工程技术研究,2022,7(22):49-51.
- [6]张逸.软土地基深基坑支护中土钉支护技术应用要点[J].石材,2023(8):134-136
- [7]张雯华.房建施工中深基坑支护施工技术运用研究[J].建材与装饰,2024,20(5):22-24.
- [8]张小波,曹海涛,于超.深基坑支护施工技术在房建工程施工中的应用[J].中国建筑装饰装修,2024(6):110-112.
- [9]赵川,宋岳,崔建鹏.紧邻地铁沿线深基坑工程施工技术研究[J].中国设备工程,2024(5):245-247.
- [10]肖春艳.土木工程中深基坑支护技术探讨[J].建筑·建材·装饰,2023(16):76-78.

作者简介:邹文渊,1993年8月13日,男,江西南昌,本科,工程师,研究方向:建筑施工。