

岩土工程中的深基坑支护设计问题和解决措施

王蒙

河南省有色工程勘察有限公司

DOI: 10.12238/j.pm.v6i11.8522

[摘要] 深基坑支护设计是岩土工程的核心环节,直接关系到施工安全、周边环境稳定及主体结构衔接。现有的工程勘察工作中,由于勘察精度不够,支护结构选型不合理,计算分析和参数取值有偏差,地下水治理不力,周边环境保护不力,工程与设计不能有效结合。本文基于岩土力学理论与工程设计规范,系统分析各类问题的核心成因,提出强化地质勘察、科学选型支护结构、优化计算体系、系统化处理地下水、强化环境协同保护及完善设计施工协同机制等针对性解决措施,为提升深基坑支护设计的科学性、安全性与经济性提供理论支撑与实践参考。

[关键词] 岩土工程; 深基坑; 支护设计; 常见问题; 解决措施

Design Problems and Solutions of Deep Excavation Support in Geotechnical Engineering

Wang Meng

Henan Nonferrous Engineering Survey Co., Ltd.

[Abstract] The design of deep foundation pit support is the core link of geotechnical engineering, directly related to construction safety, surrounding environmental stability, and the connection of the main structure. In the existing engineering survey work, due to insufficient survey accuracy, unreasonable selection of support structures, deviation in calculation analysis and parameter values, ineffective groundwater treatment, inadequate protection of the surrounding environment, and ineffective integration of engineering and design. This article is based on the theory of geotechnical mechanics and engineering design specifications, systematically analyzing the core causes of various problems, proposing targeted solutions such as strengthening geological exploration, scientifically selecting support structures, optimizing calculation systems, systematically treating groundwater, strengthening environmental collaborative protection, and improving design construction collaborative mechanisms. It provides theoretical support and practical reference for enhancing the scientific, safe, and economical design of deep foundation pit support.

[Key words] Geotechnical Engineering; Deep foundation pit; Support design; common problem; Solution measures

随着我国城镇建设不断扩展,越来越多的深基坑开挖出现,支撑结构是保证结构安全性的重要组成部分,具有重要的学术和工程应用价值。以岩土力学和结构力学为基本原理的深基坑支护,需要综合考虑土体稳定性、支护结构承载力和周围环境等因素,属于多个学科的复合工艺。合理的基坑围护结构,既可以控制基坑变形,又可以降低对周边建筑物和地下管线的冲击,达到安全性和经济性的统一。目前,由于工程地质条件的复杂性、设计思路的局限性以及施工工艺的不够完善,使得目前的深基坑工程设计还面临着许多急需解决的问题。这样对于丰富和发展岩土工程设计理论和提高支护设计技术水平,都有着重大的理论和现实意义^[1]。

一、深基坑支护设计常见核心问题

(一) 地质勘察相关问题

地质勘察是深基坑支护设计的基础,其核心作用是为设计提供精准的岩土物理力学参数、地质构造及不良地质体分布信息。目前,我国地质工程建设中,一些初步勘测工作有较大的局限性,如勘测范围没有涵盖受影响地区和周围环境的敏感地段,钻探距离超过了规范规定,造成了地质断面不全,无法准确把握重点地段的岩土特征。针对特定类型土的工程性质研究较少,尤其是对软土、膨胀土等的变形和强度指数缺乏系统深入地研究,对暗沟、断裂等不良地质体的检测还不完善,导致其所依据的地质资料与现场情况有较大的偏离。这一调查层次

上的遗漏,将会造成支护结构设计缺少坚实的理论支持,进而 在后续结构选型和稳定性计算等多个方面产生误差,从而给深基坑施工带来潜在的安全风险,也会降低支护系统的安全性和实用性^[2]。

(二) 支护结构选型问题

支护结构选型需建立在地质条件、基坑深度、周边环境约束及工程经济性的综合考量之上,是设计环节的核心决策之一。一些方案在选择上出现了不平衡的现象,没有考虑到具体的工程地质情况,就是盲目采用已有的工程实例,造成了这种情况下的结构型式与实际工作条件不相适应。针对软弱土层中存在的抗滑差或大深度及周边建筑密集地区选择较差的支护方式,忽略了其与主结构的协调设计思想。在选择时,未充分考虑其受力特点、施工可行性和后期拆卸困难,缺少对各种支撑方式的力学性能和适用条件的比较研究,造成选择方案的科学性不足。在此基础上,提出了一种新型的深基坑开挖方法,即在一定程度上提高了施工费用,同时也使其在深开挖过程中的受力性能下降,从而对整个深基坑的稳定产生不利的作用。

(三) 计算分析与参数取值问题

计算分析是深基坑支护设计的核心技术环节,其准确性直接决定支护结构的安全性能。目前已有一些研究成果还不够完善,如没有充分考虑土体卸荷效应、支护结构与土体共同作用、地下水渗流等因素对其受力性能的影响,因此,本项目拟将超简单的平面有限元分析方法应用到工程实践中,从而使其与真实受力之间的差异很大。在参数选取上,没有将实测资料和地区工程经验相结合,仅依据设计标准或经验计算,忽略了土体的变异和不确定性,以及支撑体系抗滑、抗倾覆、抗隆起等关键稳定性校核。由于没有对支护结构进行动力分析和数值分析,没有考虑支护结构在各阶段的作用,从而难以真实地反映整个工程的应力和变形特性,从而对支护结构尺寸和材料强度等进行优化^[3]。

(四) 地下水处理问题

地下水是影响深基坑稳定性的关键因素之一,地下水处理设计的科学性直接关系到基坑施工安全。在工程建设过程中,由于缺少对地下水赋存状态、补给条件和渗流特征的调查,无法精确判定含水层的埋深和压力值,造成了排水工程的针对性差,预测和防治困难。在止水帷幕设计方面,由于防渗措施选择不符合工程实际,特别是砂卵石层防渗性能差的支挡方式,或者没有根据工程实际情况对其进行合理的调整,引发漏水、涌砂等问题。在降雨设计方案中,没有充分考虑降雨的作用范围,忽略了周边地下水位的降低所引起的地表下沉,缺少对降雨速度和沉降的协调优化,不但会导致深基坑本身的稳定,也会对周围的建筑物和地下管线产生不良影响。

(五) 周边环境保护设计缺失

深基坑工程将引起周围地基变形,从而影响周围建筑物、管线和公路等的安全运行,因此,防护周围的安全是十分必要的。在一些城市规划中,由于缺少对周围环境的深入调研和研究,使得既有建筑结构类型、基础形式和抗力等方面的认识不够深入,致使在工程中没有采取相应的防护措施。目前,针对深基坑工程中土体的变形演化机理尚不明确,且缺少对各施工时期的变形发展趋势进行准确的预测,没有针对周围环境的敏感性提出差别化的变形调控准则,致使其变形调控的有效性达不到周围环境的防护需求。由于没有充分考虑深开挖对周围土壤的作用,没有对隔离桩和注浆加固等围护结构进行科学的设计,造成了周围建筑物的开裂和沉降,从而降低了工程的社会效益和经济效益。

(六) 施工与设计衔接问题

深基坑支护的设计和建设是紧密联系在一起的有机的系统,其实施要求各个阶段的精确协调。施工中有一些与施工不能很好地对接,如施工顺序、分层开挖厚度、支撑安装时限等,施工工艺要点和质量管理规范不明确,造成施工企业在施工中缺少明确的指导原则,造成施工进度失控、支撑安装滞后等问题。由于缺乏对场地条件、设备能力和施工技术的可实施性等综合评价,导致了工程建设的困难和造价的提高。对于超限、突发渗漏等突发事件,缺少相应的应急处置方案,如没有设置救援注浆孔、备用支撑构件等应急设计,在遇到突发事件时,若不能及时采取相应的技术手段,会造成事故进一步恶化,危及整个项目的安全性^[4]。

二、深基坑支护设计问题的针对性解决措施

(一) 强化地质勘察精度与数据应用

为提升支护设计的可靠性,必须从根源上加强勘测工作的准确性和资料运用的科学性。本项目拟在前期工作基础上,进一步拓展勘探范围,保证勘探范围涵盖深基坑工程施工影响和周围生态敏感地区,并针对工程地质条件的复杂性,在重点地段加密钻探孔布置,并对一些具有代表性的岩土和不利地质体分布区进行调查。本项目拟以典型的软土和膨胀土为研究对象,通过实验室和现场实测,精确获得其物理力学参数和变形特征等重要参数,明确暗滩、断裂等不良地质体的分布范围、规模和工程性质。通过构建地质参数数据库,并根据地区实际情况,对实测资料进行分析和优选,去除异常资料,采用统计分析和数值模拟等手段,定量描述各指标的变化规律,为该地区的抗震设防提供科学依据。

(二) 科学选型支护结构

科学选择基坑围护结构需要综合考虑工程地质条件,基坑开挖深度,周边环境约束,以及工程经济等方面的因素。通过多个方案的比较研究,将各种支撑方式的力学性能、适用条件、施工技术和费用估算相结合,建立一套综合评估指标,优选出

最符合实际的支撑方式。在软土区,应按其地质情况进行差别选择,即应选择具有良好变形控制性能的排桩式内支撑或地下连续墙,硬岩区宜选用经济性能更佳的锚喷支护方式,以及土钉墙+水泥土墙、地下连续墙+锚杆等组合支护方式,使各种结构各自的优点得以充分利用。加强支撑结构与主体结构的协调,使其与其后的主要结构墙体及基础等有机结合,使其既具有主体结构的承载能力,又可降低工程造价。充分考虑施工可行性与后期拆除难度,确保选型方案既满足力学性能要求,又符合施工场地条件与技术水平,提升支护设计的科学性与经济性^[5]。

(三) 优化计算分析体系

从模型的优化、参数的选取和校核等各个方面来提高其精度。利用FLAC3D、MidasGTS等3D有限元分析程序,建立能够反映土体卸荷效应、支护结构与土体共同作用、地下水渗流效应的综合分析模型,对各施工阶段土体的受力和变形特性进行仿真分析。在参数选取上,将勘察资料、实验室测试结果和地区实际经验相结合,通过统计分析和敏感性分析等手段,定量评价土体参数的不确定性,并提出相应的设计参数。建立稳定校核系统,对基坑抗滑移、抗倾覆、抬升、渗流稳定进行综合校核,以保证基坑工程的安全性。在此基础上,对支护结构尺寸、材料强度等进行优化,提高其与工程应用的匹配程度。

(四) 系统化处理地下水问题

针对地下水引发的安全风险,需要构建系统化的处理设计体系。在此基础上,开展地下水位监测,准确掌握地下水位的赋存状态、补给条件、渗透特征和赋存厚度及压力等级,对地下水位变化进行科学预测。针对该地区的地质及地下水压力状况,采取降压降水、隔水帷幕组合措施,在含水层地区布设一口减压井,以降低降雨速度和降低水位,并考虑到不同的地层特点,选用适当的防渗帷幕型式,如砂卵石层采用高压旋喷桩、咬合桩等,保证止水帷幕的连续性和防渗性能。在此基础上,通过对不同降雨模式下的降雨过程进行分析,确定不同类型的降雨影响范围,并在此基础上,开展不同类型的降雨方案研究。通过建立地下水动态监测体系,对地下水进行动态监测,并对其进行相应的修正,以保证治理效果和安全^[6]。

(五) 强化周边环境协同保护设计

周边环境保护设计需建立在对环境敏感点的系统调查与分析之上。通过对周围的环境进行详细的调研,确定临近既有建筑的结构型式、地基基础形式、变形能力等,并对其分布位置、材质、深度和承载能力进行分析,构建区域内的环境敏感区数据库。依据环境敏感性提出差别化的变形调控准则,对临近地铁、重点建筑等重点部位采取更加严密的变形限制,并利用有限元方法对各施工期基坑的地基沉降进行计算,并对基坑围护结构的刚度和布设方式进行分析。在周边

建筑中设置隔离桩、注浆加固等,以及设置悬挂或支托等多种围护方式,以降低地基变形对管线的作用。通过与实测结果的比较,验证支撑和防护方案的合理性,从而达到深开挖与周围环境的协调稳定。

(六) 完善设计与施工的协同机制

构建设计与施工的协同体系是确保支护方案落地的关键。在设计阶段,要对施工场地条件、施工设备能力和施工工艺进行全面的调查,让设计与现场施工相结合,对施工顺序、分层开挖厚度、支撑安装时间等进行明确的规定,并对施工过程中的施工技术要点和质量管理规范进行详细的说明,从而为施工提供明确的技术指引。加强支护与施工技术的协调,针对各种支护的构造特征,对支架间隔进行合理的调节,以满足工程机械操作的需要,保证工程的顺利进行和安全。在此基础上,提出相应的应急方案,以满足超限、突发渗漏等突发事件的应急处置方案,并在施工过程中设置注浆孔、备用支护构件等应急设备,并制定相应的应急处理程序和工艺方法。同时,要强化设计师和业主之间的交流和合作,在建设期间对项目进行技术交底和现场引导,对工程中遇到的有关设计问题进行及时处理,保证项目的准确实施。

三、结束语

综上所述深基坑支护设计是岩土工程领域的核心技术环节,其科学性与可靠性直接关系到工程安全、环境稳定与经济效益。在工程建设设计中,要注重地质调查、结构选型、计算分析、地下水治理、周边环境保护和建设衔接等方面的工作,通过对问题的系统分析和针对性的对策研究,建立一套科学完备的结构体系。在今后的研究中,将会伴随着岩土力学理论、数值模拟和监控技术的进步,使其向着智能化、动态化和绿色化的方向发展。在此基础上,进一步推进深基坑支护设计的理论和应用研究,为我国建设高品质的岩土工程建设奠定基础。

参考文献

- [1]张支璇.岩土工程中深基坑支护施工技术的应用[J].四川水泥,2025,(05):144-146.
- [2]李红建.软土深基坑岩土工程支护设计技术研究[J].现代工程科技,2025,4(08):85-88.
- [3]宗俊秀.基于深基坑支护的岩土工程安全控制技术研究[J].工程技术研究,2025,10(07):130-132.
- [4]娄崇构.深基坑支护技术在岩土工程施工中的应用研究[J].现代工程科技,2025,4(06):57-60.
- [5]黄佳,常晓菲.岩土工程深基坑支护施工中存在问题及改进措施[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(08):181-183.
- [6]周成辉.岩土工程勘察对高层建筑深基坑支护施工的影响[J].上海建材,2025,(01):146-148.