

岩土地质深基坑设计分析

崔鹏伟 牛利辉 李鹏鹏 贾晓磊

中国能源建设集团山西省电力勘测设计院有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i8.4990

[摘要] 在城市化进程不断加快、地下空间开发日益增多的当下,本文聚焦于岩土地质深基坑设计分析。阐述了设计前期准备,涵盖地质勘察、周边环境调查及目标明确;介绍了常见支护结构类型与选型依据;分析了土体、支护结构强度及地下水对基坑稳定性的影响;还说明了施工监测内容、方法,监测数据分析与预警机制,以及支护结构破坏、周边建筑物沉降、地下水位异常变化等应急处理措施。

[关键词] 岩土地质;深基坑;设计分析

中图分类号: TU473 **文献标识码:** A

Analysis of Deep Foundation Pit Design in Rock and Soil Geology

Pengwei Cui Lihui Niu Pengpeng Li Xiaolei Jia

China Energy Engineering Group Shanxi Electric Power Survey and Design Institute Co., Ltd.

[Abstract] Against the background of accelerating urbanization and increasing development of underground space, this paper focuses on the analysis of deep foundation pit design in rock and soil geology. It elaborates on the preliminary preparations for design, covering geological survey, surrounding environment investigation, and objective clarification. It introduces common types of support structures and the basis for their selection. It analyzes the impact of soil mass, support structure strength, and groundwater on foundation pit stability. It also explains construction monitoring content, methods, monitoring data analysis and early warning mechanisms, as well as emergency handling measures for support structure failure, surrounding building settlement, and abnormal changes in groundwater level.

[Key words] rock and soil geology; deep foundation pit; design analysis

引言

在岩土地质条件下,深基坑工程作为地下空间开发的关键环节,其设计与施工的合理性直接关系到整个工程的安全性与稳定性。随着城市化进程的加快,深基坑工程面临着更为复杂的地质条件和周边环境,这对设计分析提出了更高的要求。因此,深入探讨岩土地质深基坑的设计分析方法,包括前期准备、支护结构选型、稳定性分析及施工监测与应急处理等方面,对于保障深基坑工程的安全、高效施工具有重要的现实意义。

1 岩土地质深基坑设计前期准备

1.1 地质勘察与资料收集

在岩土地质深基坑设计前,地质勘察是首要且关键的环节。需全面收集基坑所在区域的地质资料,涵盖地层结构、岩土性质、地下水情况等。通过钻探、原位测试等多种手段,精确获取各土层的物理力学参数,如土的重度、内摩擦角、黏聚力等,以及地下水的埋深、水位变化规律、渗透系数等,这些数据是后续设计分析的基础,直接影响基坑支护结构的选择与设计参数的确定^[1]。

1.2 周边环境调查

对基坑周边的环境进行详细调查同样不可或缺。了解周边建筑物的基础形式、结构类型、使用年限、现状情况等,评估基坑施工对其可能产生的影响,如沉降、倾斜等。同时,掌握周边地下管线的分布、走向、埋深及使用功能,包括给排水管线、电力电缆、通信线路等,防止基坑施工对其造成破坏。此外,还需考虑周边道路的交通状况、承载能力,以及是否存在其他地下设施,如人防工程等,为设计提供全面的环境信息。

1.3 设计目标与要求明确

根据工程的具体用途和业主的需求,明确深基坑设计的目标与要求。确定基坑的开挖深度、平面尺寸、使用期限等基本参数。同时,考虑基坑施工过程中的安全性、经济性和可行性,以及周边环境保护的要求。例如,对于临近重要建筑物的基坑,需严格控制其变形,确保建筑物的安全使用;对于工期紧张的项目,需选择施工速度快、效率高的支护结构形式。

2 岩土地质深基坑支护结构选型

2.1 常见支护结构类型

在岩土地质深基坑工程中, 常见支护结构类型多样, 各有其独特优势与适用场景。排桩支护结构由一系列排列的桩构成, 形式丰富, 有悬臂式、锚拉式和内撑式等。悬臂式排桩凭借自身结构特点, 在开挖深度较浅且土质良好的基坑中表现出色, 依靠桩身自身强度和刚度维持稳定。锚拉式排桩通过设置锚杆, 巧妙地将桩身所受拉力传递至稳定地层, 为较深基坑提供可靠支护, 有效抵抗土体侧压力^[2]。内撑式排桩则在基坑内设置支撑, 极大增强桩身稳定性, 尤其适用于周边环境复杂、对变形控制要求极为严格的基坑, 确保周边建筑物及地下管线的安全。地下连续墙具备整体性好、刚度大、防水性能强等诸多优点。无论面对何种复杂地质条件, 在较深基坑工程中都能游刃有余。其独特之处在于, 不仅能作为基坑的坚实支护结构, 抵御土体和地下水的压力, 还可直接作为地下结构的一部分, 如地下室的外墙, 实现结构与支护的有机结合, 大大减少工程量和施工周期, 提高工程整体效益。土钉墙支护结构采用原位土体加筋技术, 在土体中合理设置土钉, 并与喷射混凝土面层紧密结合, 形成高效的复合支护结构。这种支护形式适用于地下水位较低、土质较好且开挖深度较浅的基坑。施工过程相对简便, 无需大型复杂设备, 且造价较低, 能有效控制工程成本, 在满足基坑安全要求的同时, 实现经济效益最大化。水泥土墙支护结构通过搅拌机将水泥与土体充分搅拌, 使两者融合形成具有一定强度和防水性能的水泥土加固体。

2.2 支护结构选型依据

地质条件是支护结构选型的基础依据。不同地质状况对支护结构的适应性差异显著。在软土地区, 土的强度低、压缩性高, 土体易发生较大变形, 此时宜选择刚度较大、整体性好的支护结构, 如地下连续墙或内撑式排桩, 它们能有效抵抗软土的变形, 确保基坑稳定。而在土质较好、地下水位较低的地区, 土体自身稳定性较强, 可考虑采用土钉墙或水泥土墙等较为经济的支护形式, 在满足安全要求的前提下降低工程成本。基坑深度对支护结构选型影响重大。一般来说, 开挖深度越深, 土体侧压力越大, 对支护结构的强度和稳定性要求也就越高。对于较浅的基坑, 悬臂式排桩或土钉墙等简单支护形式往往能够满足需求, 它们施工便捷、成本较低。而对于较深的基坑, 锚拉式排桩、地下连续墙或内撑式排桩等更可靠的支护结构则是首选, 这些结构具有更高的强度和稳定性, 能有效应对深基坑带来的各种挑战。周边环境同样不容忽视。若基坑周边存在重要建筑物、地下管线等, 对基坑变形控制要求极为严格, 必须选择刚度大、变形小的支护结构, 如地下连续墙或内撑式排桩, 同时采取有效的降水措施, 减少地下水对基坑的影响, 避免因基坑变形对周边环境造成破坏^[3]。施工条件涵盖施工场地大小、施工设备情况、施工工期等多方面因素。若施工场地狭小, 大型支护结构施工设备难以施展, 此时应选择施工方便、占地面积小的支护形式, 如土钉墙或水泥土墙; 若工期紧张, 为确保工程按时完成, 应优先选择施工进度快的支护结构, 如排桩支护结构配合早强混凝土, 加快施工进度, 满足工期要求。

3 岩土地质深基坑稳定性分析

3.1 土体稳定性分析

在岩土地质深基坑稳定性分析中, 土体稳定性分析占据着核心地位, 关乎整个基坑工程的安全与稳定。整体稳定性分析聚焦于基坑开挖时, 支护结构与土体构成的整体是否会出现滑动破坏。通常运用圆弧滑动法, 先假设滑动面的形状与位置, 再精准计算滑动面上的抗滑力与下滑力之比。若该比值小于预设的安全系数, 就表明基坑整体稳定性堪忧, 必须及时采取加固措施, 如增加支护结构的强度、改善土体性质等, 防止滑动破坏的发生。抗倾覆稳定性分析则主要针对悬臂式或锚拉式支护结构。这类结构在土压力、水压力等外力作用下, 存在绕底部倾覆的风险。通过详细计算支护结构所受的倾覆力矩和抗倾覆力矩, 能够准确判断其抗倾覆能力。一旦抗倾覆力矩小于倾覆力矩, 支护结构就可能发生倾覆破坏, 此时需增加支护结构埋深、合理设置锚杆等, 增强其抵抗倾覆的能力, 确保基坑边坡的稳定。

3.2 支护结构强度分析

支护结构其强度分析至关重要, 直接关系到能否有效抵御各种外力作用。对于排桩支护结构, 桩身强度分析是关键环节。桩身要承受土压力、水压力以及锚杆或内撑的作用力, 通过精确计算桩身的内力, 如弯矩、剪力等, 并结合桩身材料的强度特性, 就能判断桩身是否满足强度要求。若桩身应力超出允许范围, 需及时采取增加桩直径、提高配筋率或选用更高强度桩身材料等措施, 保证桩身在复杂受力情况下依然坚固可靠。锚拉式支护结构中的锚杆是重要的受力构件, 其强度分析不容忽视。锚杆主要承受拉力, 通过计算锚杆的轴力, 并依据锚杆材料的抗拉强度, 可判断锚杆是否达标。同时, 锚杆与土体之间的锚固力也至关重要, 要确保锚杆能在土体中可靠传递拉力。若锚杆强度或锚固力不足, 需增加锚杆数量、直径或采用更可靠的锚固方式, 防止锚杆失效导致支护结构失稳。

3.3 地下水对基坑稳定性的影响分析

地下水是影响基坑稳定性的重要因素, 其作用不可小觑。渗流稳定性分析旨在探究地下水渗流对基坑稳定性的影响。在基坑开挖过程中, 地下水渗流可能带走土体中的细颗粒, 使土体颗粒间空隙增大、强度降低, 进而威胁基坑稳定。通过计算渗流力与土体抗剪强度的关系, 能判断是否会发生渗流破坏。若存在风险, 需及时采取降水、止水等措施, 减少地下水渗流对基坑的不利影响^[4]。浮力影响分析同样关键。当基坑开挖至地下水位以下时, 地下水会对支护结构和基坑内结构产生浮力。浮力大小与地下水位、基坑面积以及结构水下体积相关。若浮力过大, 可能导致支护结构上浮或基坑内结构失稳。因此, 必须进行浮力影响分析, 并采取设置抗浮桩、增加结构自重等抗浮措施, 确保基坑在地下水作用下的稳定性。

4 岩土地质深基坑施工监测与应急处理

4.1 施工监测内容与方法

岩土地质深基坑施工监测涵盖多方面内容与多种方法。监测内容包含基坑支护结构变形、周边建筑物沉降、地下管线变

形以及地下水位变化等。基坑支护结构变形监测能及时了解其受力与位移情况,避免因变形过大引发安全事故;周边建筑物沉降监测可掌握基坑施工对邻近建筑的影响,保障建筑物安全;地下管线变形监测能防止管线因基坑施工受损,确保城市基础设施正常运行;地下水位监测有助于了解地下水动态,避免因水位变化影响基坑稳定。监测方法依据不同监测项目各有特点。变形监测借助水准仪、全站仪等仪器,通过设置监测点定期测量位移变化;沉降监测采用精密水准仪,在周边建筑物设置沉降观测点定期观测沉降量;地下管线变形监测埋设应变计、位移计等监测元件实时监测;地下水位监测利用水位计,在基坑内和周边设置水位观测井定期观测水位变化。这些方法为准确获取监测数据提供了技术支持,确保能及时发现基坑施工过程中的异常情况。

4.2 监测数据分析与预警

对监测数据进行及时整理和分析是保障基坑安全的关键环节。通过绘制变形曲线、沉降曲线等,能直观观察其变化趋势。将监测数据与设计允许值对比,可判断基坑稳定性是否达标。若监测数据出现异常,如变形速率突然增大、沉降量超过允许值等,需迅速分析原因。可能是地质条件变化、施工操作不当或支护结构失效等导致,只有找准原因才能采取有效措施。建立预警机制能实现对基坑安全的提前防控。根据监测数据分析结果设定不同预警级别,如黄色预警、橙色预警和红色预警。当监测数据达到预警值时,及时发出预警信号,通知相关人员。不同预警级别对应不同处理措施,黄色预警可加强监测频率,密切关注数据变化;橙色预警需暂停施工,进一步排查隐患;红色预警则要立即采取加固措施,确保基坑稳定。预警机制为基坑施工安全提供了制度保障,能有效降低事故发生风险。

4.3 应急处理措施

当支护结构出现破坏,如桩身断裂、锚杆失效时,要立即停止施工,在破坏部位周围设置警戒区域,防止人员进入危险区域造成伤害。根据破坏严重程度采取加固措施,若破坏较轻可增加

支撑,增强支护结构稳定性;若破坏较严重则需补打锚杆或设置临时支护,防止破坏范围扩大,确保基坑整体稳定。周边建筑物沉降过大时,要及时分析原因。可能是基坑降水导致地基土压缩或支护结构变形对建筑物产生影响等。采取跟踪注浆方法,在建筑物基础周围注浆加固,提高地基承载能力,减少沉降^[5]。同时持续对建筑物进行监测,根据监测数据调整注浆参数,确保建筑物结构安全。地下水位异常变化,如突然上升或下降,需及时查明原因。若是降水措施不当,调整降水方案,合理控制降水速度和深度;若是地下管网破裂,及时修复管网,防止地下水继续流失或涌入基坑。同时采取相应措施,如在基坑周边设置止水帷幕防止地下水渗入,避免地下水位变化对基坑和周边环境造成不利影响,保障施工顺利进行和周边环境安全。

5 结语

岩土地质深基坑设计分析是一个复杂且系统的过程,涉及多个环节与众多因素。从前期的充分准备,到支护结构的合理选型,再到稳定性的全面分析,以及施工过程中的实时监测与应急处理,每一步都至关重要。只有综合考量地质条件、周边环境、施工条件等多方面因素,运用科学合理的设计分析方法,才能确保深基坑工程的安全、稳定与高效施工,为地下空间的开发利用提供坚实保障。

[参考文献]

- [1]邓壹萍.软土深基坑支护工程设计分析[J].工程技术研究,2024,9(20):196-198.
- [2]郑剑杰.软土地基地下调蓄池深基坑设计研究[J].城市道桥与防洪,2024(7):294-298+M0025.
- [3]兀益哲.淤泥质软土地层深大基坑搅拌桩加固技术的应用研究[J].工程技术研究,2024,9(20):51-53.
- [4]朱尚军.整体超深淤泥质土基坑支护和基础施工处置方法分析[J].安徽建筑,2024,31(8):137-139.
- [5]屈家旺.高层建筑软土地基深基坑支护变形控制方法分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(8):75-78.