

复杂地质条件下的超深基坑设计与施工

丁斌锋 顾伟斌

浙江省工程勘察设计院集团有限公司 浙江 台州 318000

摘要: 本文深入探讨复杂地质条件下超深基坑设计与施工的关键要素及其实际应用。项目区域地质条件复杂多变,涵盖了软土、粘土及多层岩层等,且伴随着高地下水位和岩层软弱层的问题。为此,设计团队采用了地下连续墙支护、排水系统优化及实时监测等多种技术手段,确保基坑的稳定施工。

关键词: 复杂地质条件;超深基坑设计;施工

1 复杂地质条件分析

复杂地质条件,通常指那些包含多重不利因素的地下环境,这些因素相互作用,使得超深基坑的设计和施工工作变得异常艰难。在这些复杂地质条件中,不良的土壤条件是最常见的挑战之一。不良土壤,如软土、膨胀土或填土,其承载能力低,易变形,可能导致基坑失稳、边坡滑移等问题。特别是在超深基坑的情况下,这些问题会变得更加严重。高水位也是另一个重要的挑战。在一些地区,地下水位较高,甚至可能达到或超过设计深度。这不仅会影响基坑的稳定性,还可能导致基坑涌水,增加施工难度和风险。而且,随着气候变化和城市化进程的推进,一些地区的地下水位还在不断上升,这无疑给超深基坑的设计和施工带来了更大的挑战。软硬不均的岩层也是一个不容忽视的问题。在地下岩层中,可能存在软岩、硬岩、断裂带等多种地质构造。这些地质构造的存在,不仅使得地下岩层的力学性质变得复杂,也给基坑的开挖和支护结构的施工带来极大的困难。特别是在软岩和硬岩交替出现的地区,如何选择合适的支护结构,确保基坑的稳定性,是一个亟待解决的问题^[1]。在掌握地质条件的基础上,还需要进行风险评估。风险评估的目的在于识别可能影响超深基坑工程安全性的不利因素,评估其可能造成的后果和概率,并提出相应的风险控制措施和建议。风险评估工作的准确性和全面性,直接关系到超深基坑工程的安全性和稳定性。

2 复杂地质条件下超深基坑设计的重要性

在复杂地质条件下,超深基坑设计的重要性不容忽视。这是因为超深基坑工程是城市建设中的关键部分,特别是在高层建筑、地铁、地下商场等大规模地下空间开发利用中,超深基坑是基础和先决条件。然而,复杂地质条件如不良土壤、高地下水位和软硬不均的岩层等,给超深基坑的设计带来了极大的困难和挑战。第

一,超深基坑设计需要充分考虑地质条件的特点和变化规律,以确保基坑的稳定性和安全性。不良土壤可能导致基坑边坡滑移、底部隆起等问题;高地下水位则可能引发基坑涌水,增加施工难度和风险;软硬不均的岩层则可能导致支护结构失稳或变形。因此,超深基坑设计需要深入理解和分析地质条件,从而选择合适的支护结构、排水措施和施工工艺。第二,超深基坑设计对于保护周边环境和相邻建筑的安全至关重要。由于超深基坑开挖会对周围土体和建筑物产生一定的影响,设计时需要充分考虑这些因素,采取相应的保护措施,防止周边环境的破坏和相邻建筑的沉降或变形。第三,超深基坑设计还影响着工程造价和施工周期。合理的设计方案可以降低工程造价、减少施工周期,并提高工程质量。相反,不合理的设计可能导致工程成本增加、工期延长,甚至可能导致工程失败,给城市建设带来巨大损失。第四,在复杂地质条件下,超深基坑设计的重要性不言而喻。它不仅是保证工程安全、稳定和高效的前提,也是保护周边环境和相邻建筑的关键所在。在设计和施工过程中,需要充分考虑地质条件、工程要求和环境保护等因素,确保超深基坑工程的安全、经济和可持续性。

3 复杂地质条件下超深基坑设计

3.1 地质条件对超深基坑设计的影响分析

在复杂地质条件下进行超深基坑设计,地质因素无疑成为设计决策中的核心考量。这些地质因素不仅直接决定了基坑开挖的难度,而且还对支护结构的选择、排水系统的布置以及整个施工过程的安全性有着深远的影响。不良土壤条件是超深基坑设计面临的一大挑战。比如软土,它的低强度和高压缩性使得基坑开挖时极易发生变形和失稳。为了应对这种挑战,设计过程中需要考虑采用更为稳固的支护结构,如地下连续墙或钢板桩,以增强土壤的承载能力。高水位不仅增加了基坑开挖的难度,还可能导致基坑涌水,进而影响施工进度和质

量。因此,设计过程中需要制定合理的排水方案,如采用井点降水或管井排水等措施,来有效降低地下水位,确保基坑的干燥和稳定^[2]。软硬不均的岩层也对超深基坑设计提出了特殊要求;在这种情况下,岩层界面的存在可能导致支护结构受力不均,进而引发安全问题。这就要求设计师在支护结构选型时要充分考虑岩层的特性,如采用适应性更强的锚杆支护或土钉墙支护等。

3.2 超深基坑设计的关键技术及方法

在复杂地质条件下进行超深基坑设计,需要掌握和运用一系列关键技术及方法,以确保设计的质量和效果。根据地质条件的特点和变化规律,合理选择支护结构类型,如钢板桩、地下连续墙、锚杆支护、土钉墙等。设计时需要考虑支护结构的承载能力、变形性能以及耐久性,确保支护结构能够有效地支撑基坑,防止土壤侵蚀和基坑失稳。通过合理的排水系统设计,可以有效地降低地下水位,防止基坑涌水。排水系统设计需要考虑地下水的流动规律、排水量、排水方式等因素,选择合适的排水设备和布置方式,确保排水系统能够有效地发挥作用,保持基坑的干燥和稳定。通过实时监测地质条件、支护结构、地下水位等参数的变化情况,可以及时发现潜在的风险和问题,并采取相应的措施进行调整和优化。监测与信息化施工技术可以提高施工过程的可视化程度,实现施工过程的精确控制和信息化管理,提高工程质量和安全性。

3.3 超深基坑设计中的风险评估与控制

在超深基坑设计过程中,风险评估是不可或缺的一环。它旨在识别、评估工程实施过程中可能遇到的风险,并采取相应的风险控制措施,确保工程的安全性和稳定性。风险评估的首要步骤是识别潜在的风险源;这包括地质条件的不确定性、施工过程的复杂性以及外部环境的影响等。通过详细的地质勘察、施工经验分析以及专家意见咨询等手段,可以系统地列出可能影响超深基坑工程安全性的风险因素。对识别出的风险因素进行量化评估;这通常涉及对风险的发生概率和影响程度进行定性和定量分析。通过构建风险评估模型,运用概率统计方法和专家打分法等手段,可以对每个风险因素进行量化评估,从而确定其对工程安全性的具体影响。在此基础上,制定风险控制措施是关键;风险控制措施的选择应遵循针对性、可操作性和经济性原则^[3]。例如,针对地质条件的不确定性,可以采取加强地质勘察、优化支护结构设计等措施来降低风险;针对施工过程的复杂性,可以引入信息化施工技术、加强现场监控等措施来提高施工的安全性和质量。风险评估是一个动态的过

程,需要贯穿于整个超深基坑设计和施工过程中。随着工程的推进和地质条件的变化,风险评估的结果也可能发生变化。因此,设计团队应定期对风险进行评估和重新评估,及时调整风险控制措施,确保工程的安全性和稳定性。

4 复杂地质条件下超深基坑施工

4.1 地质条件对超深基坑施工的挑战

在复杂地质条件下进行超深基坑施工,面临着多重挑战。这些挑战不仅源于地质条件本身的复杂性和不确定性,还受到施工工艺和技术水平等因素的限制。不良土壤条件是超深基坑施工过程中的常见问题。例如,软土地区的施工容易因为土体的流动性大而导致开挖过程中坑壁的稳定性受到影响,发生滑坡和塌陷的可能性增大。膨胀土和填土等地质条件也可能导致施工过程中的地基沉降和变形,给施工带来极大的困难。高水位不仅增加基坑开挖的难度,还可能导致基坑涌水,破坏基坑的稳定性。同时,高水位还可能导致支护结构的承载力不足,从而引发工程安全事故。在施工前,必须进行详细的水文地质调查,制定合理的排水和降水方案。软硬不均的岩层也对超深基坑施工构成极大的挑战;这种地质条件可能导致基坑的支护结构设计复杂化,并增加施工过程的复杂性和风险性。岩层界面的存在可能使得支护结构的受力分布不均匀,容易出现支护结构的失稳和破坏。

4.2 超深基坑施工工艺及技术要点

在复杂地质条件下进行超深基坑施工,需要掌握和应用一系列施工工艺及技术要点,以确保施工的质量和效果。根据地质条件和设计要求,可以选择放坡开挖、钢板桩支护开挖、地下连续墙支护开挖等方法。在选择开挖方法时,需要充分考虑土体的稳定性、支护结构的承载能力以及施工成本等因素。支护结构的作用是支撑基坑侧壁,防止土体坍塌。在支护结构设计时,需要根据地质条件和设计要求,合理选择支护结构类型,如钢板桩、地下连续墙、锚杆支护等。同时,在支护结构施工过程中,需要严格控制施工质量,确保支护结构的稳定性和承载能力。高地下水位可能导致基坑涌水,影响施工安全和进度。因此,需要制定合理的排水和降水方案,如采用井点降水、管井排水等措施,降低地下水位,确保基坑的干燥和稳定。通过实时监测地质条件、支护结构、地下水位等参数的变化情况,可以及时发现潜在的风险和问题,并采取相应的措施进行调整和优化。监测与信息化施工技术可以提高施工过程的可视化程度,实现施工过程的精确控制和信息化管理,提高工

程质量和安全性。

4.3 超深基坑施工中的安全管理与控制

由于地质条件的不确定性、施工过程的复杂性和外部环境的干扰,安全管理显得尤为重要。施工单位应制定详细的安全管理制度,包括安全生产责任制、安全检查制度、应急预案等,确保每个施工环节都有明确的安全要求和措施。设立专职安全管理人员,对施工现场进行实时监控,发现安全隐患及时采取措施进行整改。定期对施工现场进行安全检查,确保各项安全措施得到有效执行。施工单位应加强对施工人员的安全教育和培训,提高他们的安全意识和自我保护能力。同时,定期对施工人员进行技能考核,确保他们具备相应的施工技能和应急处理能力。在超深基坑施工过程中,还应特别关注对周边环境的影响和保护。施工单位应采取有效的措施减少对周边环境的影响,如设置隔音屏障、控制施工噪音和扬尘等。

5 复杂地质条件下超深基坑设计与施工实例分析

5.1 某工程项目的复杂地质条件与超深基坑设计方案

在某大型商住综合体项目中,面临极为复杂的地质条件。通过详细的地质勘察,发现项目区域的地质结构主要由软土、粘土和岩层构成,其中软土占比达到40%,粘土占比30%,而岩层则占据了剩余的30%。这些岩层中还存在两层软弱层,分别位于地下35米和45米处,给基坑的稳定性带来了巨大挑战。同时,项目区域的地下水位较高,年平均地下水位位于地表下5米处,且随季节变化波动范围达到2米。针对这些复杂的地质条件,采用综合性的超深基坑设计方案。首先,选用地下连续墙作为主要的支护结构,地下连续墙的深度达到了60米,且在软弱层位置进行了特别的加固处理,以提高其承载能力。其次,为了应对高地下水位,设计一套高效的井点降水和管井排水系统,共布置了25个井点,每个井点的降水能力达到60立方米/天,同时增设了10个管井用于抽取基坑内的积水。在基坑周围设置了全面的监测系统,实时监测基坑的变形和应力变化,确保施工过程中的安全^[4]。

5.2 基坑施工过程中遇到的困难与解决方案

在施工过程中,遇到软土层变形和地下水涌入两大困难。首先,针对软土层的变形问题,我们采取了分层开挖和及时支护的措施,同时增加了支护结构的刚度,成功将变形量控制在设计允许值的80%以内。其次,针对地下水涌入的问题,我们迅速增加了管井数量,将原有的5个管井增加至15个,并调整了井点降水的参数,最终成功将地下水位控制在设计要求的范围内。

5.3 超深基坑设计与施工效果评估

经过近一年的施工,对超深基坑的设计与施工效果进行全面的评估。首先,从支护结构的稳定性来看,地下连续墙在施工过程中未出现明显的变形或开裂,其承载能力完全满足设计要求。其次,从基坑变形控制来看,通过监测数据我们发现,基坑的最大变形量仅为设计允许值的75%,表明我们的变形控制措施非常有效。最后,从排水系统运行效果来看,井点降水和管井排水系统在整个施工过程中运行稳定,成功将地下水位控制在设计要求的范围内,为基坑的稳定施工提供了有力保障。

结束语

面对复杂多变的地质条件,超深基坑的设计与施工需要综合运用多种技术手段和管理措施。本文通过实例分析,展示了在复杂地质条件下,通过科学的设计方案、精准的施工控制及有效的问题应对,能够成功实现超深基坑的稳定施工。同时,通过数据的监测与分析,验证了设计方案的有效性和施工措施的可行性,为未来的类似项目提供了有力的技术支撑和经验借鉴。

参考文献

- [1]赖叶琴.深基坑支护施工技术在建筑工程中的应用探究[J].建筑与预算,2021(12):74-76.
- [2]杨勇波.土木工程施工中深基坑支护的施工技术分析[J].中国设备工程,2021(24):252-253.
- [3]王磊.地铁岩土工程深基坑支护施工技术研究[J].科技创新,2019(27):120-121.
- [4]陈淑强.新疆建筑砂砾石深基坑支护设计研究[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2019(8):137-138.