

岩土地质深基坑设计分析

余国祥

浙江华东岩土勘察设计研究院有限公司 浙江 杭州 310012

摘要: 岩土地质深基坑设计分析是确保地下空间开发利用安全稳定的关键环节。文章深入探讨了岩土地质条件下深基坑设计的核心要素与优化策略,包括基于数值模拟的精准设计、考虑时空效应的变形控制以及结合绿色理念的环保设计。通过综合分析地质条件、支护结构、地下水控制及开挖顺序等因素,本文旨在为深基坑工程提供科学、经济且环保的设计方案,确保施工安全与周边环境保护,推动地下空间开发向更加安全、高效、可持续发展的方向。

关键词: 岩土地质;深基坑;设计分析

1 岩土地质深基坑设计的基本原理

1.1 力学平衡原理

力学平衡原理是深基坑设计的基础,它强调在设计 and 施工过程中,需要确保基坑及其周围土壤在各种力的作用下达达到平衡状态。这一原理的应用主要体现在几个方面:第一,在深基坑开挖过程中,土壤受到重力、水平支撑力、地下水力等多种力的作用。为了确保基坑的稳定,需要精确计算这些力的大小和方向,并通过合理的支护结构来平衡这些力。例如,通过钢支撑、混凝土支撑等支护方式,可以有效地提供水平方向的支撑力,以平衡土壤中的重力作用。第二,地下水位的变化对基坑的稳定性有着重要影响,在设计过程中,需要充分考虑地下水位的变化对支护结构受力的影响,并采取相应的措施来控制地下水位,如设置降水井、采用防水材料等。第三,力学平衡原理还要求支护结构的设计要充分考虑周围建筑物的安全。在深基坑开挖过程中,周围建筑物可能会受到基坑变形的影响,因此需要通过合理的支护方式和变形控制措施,来确保周围建筑物的稳定性。

1.2 变形协调原理

变形协调原理强调在深基坑开挖和支护过程中,需要确保基坑及其周围土壤的变形在可控范围内,并达到协调一致的状态。首先,基坑开挖过程中,由于卸荷作用,坑底土体会产生向上的位移,同时围护墙也会受到两侧压力差的作用而产生水平位移。为了确保基坑的稳定性,需要通过合理的支护方式和变形控制措施,来限制这些位移的大小和方向。例如,通过调整支护结构的刚度和强度,可以有效地控制基坑的变形^[1]。其次,变形协调原理还要求支护结构的设计要充分考虑基坑周围地层的移动,在深基坑开挖过程中,周围地层可能会受到基坑变形的影响而产生移动,因此需要通过合理的支护方式和地层加固措施,来确保周围地层的稳定性。变形

协调原理还强调在施工过程中需要实时监测基坑的变形情况,并根据监测结果及时调整施工方案和支护方式。这有助于及时发现和处理基坑变形问题,确保基坑工程的稳定性和安全性。

2 岩土地质对深基坑设计的影响

2.1 地质条件分析

地质条件分析是深基坑设计的重要前提。不同的地质条件对基坑的稳定性、支护方式以及施工难度都有着显著的影响。首先,需要了解基坑所在地区的土层分布、土质类型以及各土层的物理力学性质。这些信息对于评估基坑开挖过程中可能遇到的困难、选择合适的支护方式以及确定合理的开挖深度至关重要。例如,对于软土层,由于其承载力和抗剪强度较低,需要采用更为复杂的支护结构和施工方法来确保基坑的稳定性。其次,地质条件分析还需要考虑地质构造和地应力分布,地质构造复杂的地区,如断层、褶皱等,可能对基坑的稳定性产生不利影响,地应力的分布也会影响基坑开挖后的变形情况。

2.2 水文地质条件的影响

水文地质条件是影响深基坑设计的另一个重要因素。地下水位的高低、地下水的流动性以及水质等都会对基坑的稳定性产生显著影响。地下水位的高低直接决定了基坑开挖过程中是否需要采取降水措施。当地下水位较高时,基坑开挖过程中可能会遇到大量的地下水涌入,这不仅会增加施工难度,还可能对基坑的稳定性产生不利影响。地下水的流动性也会影响基坑的稳定性。当地下水流动较快时,可能会带走基坑周围的土壤颗粒,导致基坑壁失稳。地下水还可能对支护结构产生腐蚀作用,降低其使用寿命。水质的好坏也会对基坑的稳定性产生影响。如果地下水含有腐蚀性物质,可能会对支护结构和周围建筑物产生腐蚀作用。

3 岩土地质深基坑设计关键要素

3.1 基坑支护设计

基坑支护设计是岩土地质深基坑设计的核心要素之一，它直接关系到基坑的稳定性和安全性。在支护设计中，首先需要对基坑的地质条件进行详细的勘察和分析，包括土层的物理力学性质、地下水位及水质等。这些地质条件将直接影响支护结构的选择和设计参数。例如，对于软土层，可能需要采用更为刚性的支护结构，如钢板桩、地下连续墙等，以提高基坑的抗侧压能力。支护结构的设计还需要考虑基坑的深度、形状和尺寸，较深的基坑需要更强大的支护结构来抵抗侧压力，而形状不规则的基坑可能需要采用更为复杂的支护方案^[2]。支护结构的设计还需要考虑施工过程中的变形控制，以确保基坑开挖后的稳定性。在支护材料的选择上，需要综合考虑材料的强度、刚度、耐久性和经济性。例如，钢板桩具有高强度和良好的抗侧压能力，但成本较高；而土钉墙则具有施工简便、成本较低的优点，但抗侧压能力相对较弱。因此在选择支护材料时，需要根据实际情况进行权衡和选择。支护设计还需要考虑支护结构的施工方法和施工顺序，不同的支护结构可能需要采用不同的施工方法和施工顺序，以确保支护结构的稳定性和安全性。

3.2 地下水控制设计

地下水控制设计是深基坑设计中不可忽视的关键要素。地下水的存在不仅会影响基坑的稳定性，还可能对支护结构和周围建筑物造成损害。在地下水控制设计中，需要确定地下水位和地下水的流动情况。这可以通过地质勘察和水文地质调查来实现。了解地下水位和地下水的流动情况有助于制定有效的地下水控制措施。地下水控制措施主要包括降水、截水和防水。降水措施主要是通过设置降水井或排水沟来降低地下水位，以减少地下水对基坑稳定性的影响。截水措施主要是通过设置止水帷幕或注浆帷幕来阻止地下水流入基坑。防水措施则主要是通过采用防水材料、设置防水层等来防止地下水对支护结构和周围建筑物的损害。在地下水控制设计中，还需要考虑地下水控制措施对周围环境的影响。例如，降水措施可能会导致周围建筑物的沉降或开裂，因此需要采取相应的补偿措施。截水和防水措施则需要考虑材料的耐久性和经济性，以确保控制措施的有效性和可持续性。

3.3 基坑开挖设计

基坑开挖设计是深基坑设计中的重要环节。合理的开挖设计可以确保基坑开挖过程中的稳定性和安全性，

同时减少施工对周围环境的影响。在基坑开挖设计中，首先需要确定开挖的顺序和方法。开挖顺序和方法的选择应根据基坑的地质条件、支护结构和施工条件来确定。例如，对于软土层，可能需要采用分层开挖、分段支护的方法，以避免基坑侧壁失稳。开挖过程中还需要考虑基坑的变形控制。变形控制是确保基坑稳定性的关键。在开挖过程中，需要实时监测基坑的变形情况，并根据监测结果及时调整开挖速度和支护方式。还需要采取必要的加固措施，如注浆加固、土钉加固等，以提高基坑的抗变形能力。基坑开挖设计还需要考虑施工过程中的安全措施。

3.4 监测设计

监测设计是深基坑设计中的重要组成部分。通过实时监测基坑的稳定性、变形情况和周围环境的变化，可以及时发现和处理潜在的安全隐患，确保基坑工程的顺利进行。在监测设计中，首先需要确定监测的内容和范围。监测内容应包括基坑的稳定性、变形情况、地下水位和周围环境的变化等。监测范围则应根据基坑的规模、地质条件和周围环境来确定。监测方法的选择应根据监测内容和范围来确定，常用的监测方法包括水准测量、全站仪测量、地下水位监测等。这些方法可以实时监测基坑的变形情况和地下水位的变化，为施工过程中的决策提供可靠的数据支持。监测数据的处理和分析也是监测设计中的重要环节，通过对监测数据的处理和分析，可以及时发现基坑的变形趋势和潜在的安全隐患。一旦发现异常情况，应立即采取措施进行处理，以确保基坑的稳定性和安全性。监测设计还需要考虑监测设备的选择和布置，监测设备应具有良好的精度和稳定性，以确保监测数据的准确性和可靠性。监测设备的布置应根据监测内容和范围来确定，以确保监测的全面性和有效性^[3]。

4 岩土地质深基坑设计的优化策略

4.1 基于数值模拟的设计优化

在岩土地质深基坑设计中，基于数值模拟的设计优化策略扮演着至关重要的角色。数值模拟技术，如有限元分析（FEA）、有限差分法（FDM）和离散元法（DEM）等，为工程师提供了强大的工具，以预测和分析基坑开挖及支护过程中的应力分布、变形模式和稳定性。数值模拟能够精确地模拟复杂地质条件下的基坑开挖过程，通过输入详细的地质参数、支护结构特性和施工步骤，数值模型能够计算出基坑开挖后的应力场和位移场，揭示潜在的不稳定区域和变形趋势。这为设计师提供了宝贵的信息，以便在设计阶段就识别并解决问

题,避免施工过程中的不必要风险。数值模拟技术有助于优化支护结构的设计,通过改变支护结构的材料、尺寸、位置和数量等参数,并观察这些变化对基坑稳定性和变形的影响,设计师可以找出最经济的支护方案,同时确保基坑的安全性。这种基于数值模拟的参数化设计方法,大大提高了设计的效率和准确性。数值模拟还能够模拟基坑开挖过程中的地下水动态,通过考虑地下水位的变化、水压力的作用以及土的渗透性等因素,数值模型可以评估降水措施的有效性,以及地下水对基坑稳定性的影响。这有助于设计师制定更为合理的地下水控制策略,减少施工过程中的不确定性和风险。数值模拟技术还可以用于评估基坑开挖对周围环境的影响,通过模拟基坑开挖引起的地面沉降、建筑物倾斜和地下管线变形等效应,设计师可以预测并采取措施减轻这些影响,保护周围环境的安全和稳定。

4.2 考虑时空效应的设计优化

在深基坑设计中,考虑时空效应的优化策略同样至关重要。首先,考虑时空效应有助于更准确地预测基坑开挖后的变形情况,基坑开挖是一个动态过程,土体的应力和变形会随着开挖深度的增加而逐渐累积。通过考虑时空效应,设计师可以模拟出基坑开挖过程中的变形趋势,为施工过程中的变形控制提供依据。其次,考虑时空效应有助于优化支护结构的布置和施工顺序,在深基坑开挖过程中,支护结构的布置和施工顺序对基坑的稳定性和变形控制具有重要影响。通过模拟不同支护结构和施工顺序下的基坑变形情况,设计师可以找出最优的支护方案和施工顺序,以提高基坑的稳定性和安全性。另外,考虑时空效应还有助于制定更为合理的降水措施,在深基坑开挖过程中,地下水位的变化对基坑的稳定性具有显著影响。通过模拟不同降水方案下的基坑变形和稳定性情况,设计师可以评估降水措施的有效性,并制定出更为合理的降水策略^[4]。最后,考虑时空效应的设计优化还可以减少施工过程中的风险和不确定性,通过模拟基坑开挖过程中的各种可能情况,设计师可以预测并采取措施应对潜在的安全隐患,确保施工过程的顺利进行。

4.3 结合绿色理念的设计优化

在深基坑设计中,结合绿色理念的设计优化策略同样具有重要意义。结合绿色理念的设计优化可以减少施工过程中的碳排放和资源消耗。通过采用节能材料、优化支护结构和施工顺序等措施,设计师可以降低施工过程中的能耗和排放,减少对环境的负面影响。绿色设计有助于提高基坑工程的耐久性和可持续性,通过采用耐腐蚀、耐磨损的材料和先进的支护技术,设计师可以延长基坑工程的使用寿命,减少维护成本和环境影响。结合绿色理念的设计优化还可以促进资源的循环利用和废弃物的合理处理,在深基坑开挖过程中,会产生大量的废土和废弃物。通过采用合理的废弃物处理技术和资源循环利用措施,可以减少废弃物的排放和对环境的污染。绿色设计还有助于提升企业形象和社会认可度,在现代社会中,企业越来越注重自身的社会责任和环保形象。通过采用绿色设计理念和技术,企业可以展示自己的环保意识和责任感,提升社会认可度和竞争力。

结束语

综上所述,岩土地质深基坑设计分析是一个复杂而精细的过程,涉及地质勘察、数值模拟、时空效应考虑及绿色设计等多个方面。通过综合运用现代科技手段与先进设计理念,能够有效应对深基坑工程中的挑战,确保工程的安全性与经济性。未来,随着技术的不断进步和设计理念的持续创新,深基坑设计将更加智能化、绿色化,为城市地下空间的开发利用提供更加坚实的基础。

参考文献

- [1]陈帅强,刘阳,郑亚娣.岩土工程中的深基坑支护设计分析[J].砖瓦,2021(6):100-101.DOI:10.3969/j.issn.1001-6945.2021.06.048.
- [2]潘世佳.岩土工程中的深基坑支护设计问题分析与探究[J].西部资源.2020,(2).103-105.DOI:10.16631/j.cnki.cn15-1331/p.2020.02.035.
- [3]张中龙.岩土工程中深基坑支护设计方法[J].建筑技术开发.2022,49(3).DOI:10.3969/j.issn.1001-523X.2022.03.048.
- [4]迟延飞.岩土工程中的深基坑支护设计问题分析[J].新型工业化.2022,12(4).DOI:10.19335/j.cnki.2095-6649.2022.4.020.