

市政工程施工中深基坑开挖支护关键技术

尹雪雪¹, 程涛²

(1. 山东易方达建设管理集团有限公司, 山东 济南 250032;

2. 济南城建集团有限公司, 山东 济南 250032)

摘要 在市政工程施工领域, 深基坑开挖支护技术是保证工程安全、提高施工效率的关键。该技术涵盖地下探测、地质力学参数测试、支护结构设计以及土壤处理等多个方面, 每一个环节都对工程的成功实施至关重要。通过应用先进的地质勘探技术和土壤力学测试, 工程师能够准确评估地下条件, 为支护结构的设计提供科学依据。同时, 合理的支护结构选择和土壤加固措施能够有效应对各种复杂地质条件, 保障施工过程的安全与稳定。本文综合分析市政工程施工中深基坑开挖支护的关键技术, 探讨其在实际工程中的应用及效果, 旨在为相关人员提供借鉴。

关键词 市政工程施工; 深基坑开挖支护; 地下探测技术; 地质力学参数测试; 支护结构设计

中图分类号: TU99

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0037-03

我国城市化进程不断加快, 市政工程施工面临的挑战日益增多, 尤其是在复杂地质条件下进行深基坑开挖时, 如何确保工程的安全与效率成为一个亟待解决的问题。深基坑开挖支护技术的应用, 为解决这一问题提供了可靠的手段。通过科学的方法和技术, 能确保基坑的稳定性, 最大限度地降低施工风险, 为市政工程的顺利进行奠定坚实的基础。

1 市政工程施工深基坑开挖支护的重要性

1.1 提供可靠的支撑结构

在市政工程施工中, 深基坑开挖支护技术的核心在于提供一个可靠的支撑结构, 这一措施对于确保工程的安全性和稳定性具有不可替代的重要性。首先, 一个精心设计和实施的支撑系统能够有效抵抗土壤和水的压力, 防止基坑周边土体的移动和变形, 从而避免土壤塌方和地面沉降的风险。这不仅能保证施工现场工人的安全, 也能维护周边建筑和设施的稳固。其次, 通过采用先进的地质勘探和土壤力学性质测试, 工程师能够准确评估土壤条件, 为设计提供科学依据, 从而选择最合适的支护结构类型和施工方法。此外, 合理的支护结构还能有效控制施工成本, 避免因基坑异常情况导致的额外支出。因此, 提供可靠的支撑结构不仅是保障施工过程顺利进行的关键, 也是确保工程质量和施工效率的基础, 对于整个市政工程的成功完成至关重要。

1.2 预防土壤塌方和地面沉降

预防土壤塌方和地面沉降是市政工程施工中深基坑开挖支护的重要目标之一。土壤塌方不仅会直接影响施工安全, 增加施工难度, 还会对周边建筑和公共

设施造成损害, 引发更广泛的社会和经济问题。为有效防止这一问题, 采用科学的地下探测技术和地质力学参数测试成为先决条件, 它们能够为工程师提供准确的土壤组成、水文地质条件以及土壤力学性质等关键信息。基于这些信息, 可以合理设计深基坑的支护结构, 如采用锚杆、钢支撑或者混凝土支撑墙等, 这些措施能够有效地增加土体的稳定性, 减少水平和垂直方向上的压力, 从而预防土壤塌方和地面沉降。此外, 通过对施工过程的严格监控和及时地调整支护结构, 可以进一步降低风险^[1]。

1.3 确保施工安全

确保施工安全是市政工程施工深基坑开挖支护工作的核心要求。施工安全不仅关系到每一位工作人员的生命安全, 也是工程顺利进行的保障。为此, 采用高标准的安全措施和技术是至关重要的。首先, 必须通过详细的风险评估和工程设计来预设出现的各种风险, 并针对这些风险制定相应的预防措施和应急计划。例如, 通过安装监测设备如倾斜仪和地表沉降仪, 能够实时监控基坑的稳定性和周边环境的变化, 一旦发现异常, 即可迅速采取补救措施, 如加固支护结构或调整施工方案。此外, 对施工人员进行专业培训, 确保他们熟悉安全规程和紧急应对措施, 也是保障施工安全的关键。

2 市政工程施工深基坑开挖支护的关键技术

2.1 地下探测技术

2.1.1 地质勘探

地下探测技术在市政工程施工的深基坑开挖支护过程中扮演着至关重要的角色, 尤其是地质勘探环节,

它通过系统的地质调查和分析为工程设计和施工提供科学依据。地质勘探主要包括钻孔取样、地震反射、电阻率成像和地下雷达探测等多种方法,旨在准确揭示地下的地质结构、岩土体的物理和力学性质、地下水状况以及其他会影响工程的地质因素。通过这些详细的地质数据,工程师能够评估土壤的承载能力、预测可能的地质风险,如地下水流动对基坑稳定性的影响,从而在工程设计阶段就能采取适当的预防措施,比如选择合适的支护结构和加固方法。此外,地质勘探结果还有助于确定最佳的施工方案和方法,避免施工过程中的盲目性和不确定性,显著提高工程的安全性、经济性和可靠性^[2]。

2.1.2 地下设施调查

地下设施调查是市政工程施工中不可或缺的一个环节,其目的在于准确确定地下已有设施的位置和评估这些设施的状态。这一过程涉及高精度的地理信息系统(GIS)技术、地下探测雷达(GPR)技术以及传统的勘探和测绘技术。通过这些技术手段,工程师能够获得关于地下水管、电缆、排水系统和其他市政基础设施的详细信息。此外,对现有地下设施进行详尽的状态评估,能够帮助识别那些需要维修或置换的设施,从而避免在施工过程中造成不必要的设施损坏和后续的修复成本。

此外,地下设施调查还能极大地促进设施冲突预防和管线及电缆的合理规划布局。通过对地下设施的全面了解,工程师可以有效规避施工中出现的设施冲突,如管线交叉或过于接近,这些情况若不事先发现和及时处理,会导致施工延误和增加成本。合理的规划还包括对新建设施的布局设计,确保它们与现有设施之间有足够的间隔,以及确保新布局的设施能够在未来的使用中易于维护和升级。综合运用地下探测和评估技术,不仅可以最大限度地减少施工对现有设施的影响,还能够优化城市基础设施网络的整体布局,提高其效率和可靠性。

2.2 地质力学参数测试

2.2.1 土壤力学性质测试

地质力学参数测试是深基坑开挖支护工程中的一个关键环节,它通过对土壤力学性质的准确测试,为工程设计提供科学依据。荷载试验是这一系列测试中的重要组成部分,它通过施加预定荷载于土壤样本上,来评估土壤的承载能力和压缩性。这一过程对于确定基坑支护结构的设计参数至关重要,因为它直接关系到支护结构的稳定性和安全性。液塑性指数测试、密

度测试和水分含量测试则进一步提供土壤的物理特性信息,包括土壤的塑性、稠度和孔隙率等。这些物理特性的测试结果对于理解土壤的工程行为,如可压缩性、膨胀性和渗透性等有着重要的意义。

进一步地,钻孔观测作为地质力学参数测试的一个重要部分,提供直接观察地下土层结构和状态的机会。通过钻孔取样和现场观测,工程师可以获得关于土层分布、岩石类型以及地下水位等详细信息。这些信息对于评估地质条件的复杂性和多变性至关重要,尤其是在地下水流动对基坑稳定造成影响的情况下。钻孔观测不仅可以揭示土层的垂直分布情况,还能通过样本分析来进一步验证土壤力学性质测试的结果。综合利用这些测试和观测数据,可以为深基坑开挖和支护结构设计提供更加准确和可靠的科学依据,显著提升工程设计的合理性和施工的安全性^[3]。

2.2.2 建立土壤力学模型

建立土壤力学模型是深基坑工程设计的关键步骤,旨在通过收集土壤样本和进行一系列的测试数据分析,来模拟和预测土壤在实际工程条件下的行为。首先,通过荷载试验、液塑性指数测试、密度测试等方法收集的土壤物理和力学性质数据,为确定土壤的本构模型提供基础。本构模型是描述土壤应力—应变关系的数学模型,能够反映土壤在不同负载下的变形和稳定性特性。随后,利用这些本构模型进行数值模拟和分析,可以预测土壤在实际工程作用下的行为,如基坑开挖过程中的土体位移、支护结构的受力状况以及出现的地面沉降等。此外,模型验证是确保模型准确性的重要环节,它通过与实际工程中观测到的数据进行对比,来检验模型的预测能力和可靠性。这一过程中需要对模型进行调整和优化,以确保其能够准确反映复杂地质条件下土壤的行为。通过这种方式,建立的土壤力学模型成为连接理论分析与实际工程实践的桥梁,不仅能提高工程设计的科学性和准确性,也为施工安全和工程质量的提升提供强有力的技术支撑。

2.3 支护结构设计

2.3.1 土壤压力计算

在支护结构设计过程中,土壤压力计算是确保设计既经济又安全的关键环节。这一计算通常基于假设土压力分布法和弹塑性理论,以科学地预测土壤对支护结构的作用力。假设土压力分布法提供一种理论基础,通过假定土压力沿深度变化的分布模式,如等级分布或线性分布,使得工程师能够估算在不同深度下支护结构所承受的土压力。而弹塑性理论则进一步考

虑土壤材料在受力过程中从弹性状态过渡到塑性状态的行为,为复杂地质条件下的支护结构设计提供更加精确的计算方法。通过应用这些理论,结合地质勘探和土壤力学测试所得的数据,工程师能够详细分析土壤对支护结构的作用机制,优化设计方案以适应实际的土壤条件。这不仅包括选择合适的支护结构类型,如钢支撑、混凝土墙或锚杆系统,还包括对支护结构的尺寸和布置进行精确计算,确保既能有效抵抗土壤压力,又能控制项目成本^[4]。

2.3.2 支护结构选择

选择合适的支护结构类型是确保市政工程深基坑开挖安全与效率的关键步骤。桩墙支护、土壤钉支护、挡土墙支护以及辅助支撑等方法各有其独特的适用条件和优势。桩墙支护,通过深入地下的桩体形成坚固的墙体,适用于深基坑或者土质较差的地区,能有效地防止土壤和水的侵蚀。土壤钉支护利用钢筋或者锚杆穿透土层,与喷射混凝土结合,形成一种灵活且经济的支护方式,特别适合于斜坡和不规则形状的基坑。挡土墙支护则是利用重力或者柔性结构来抵抗土压力,适用于空间有限或需要快速施工的场合。辅助支撑如钢支撑或者混凝土梁,通常用于增加已有支护结构的稳定性,特别是在深基坑开挖过程中遇到不稳定的土层或者需要承受额外荷载时。每种支护结构的选择都需基于土壤条件、基坑深度、周围环境以及工程预算等因素综合考虑。通过对这些方法的精确分析和适当组合,工程师可以设计出既安全又经济的支护系统,确保施工过程的顺利进行和工程的长期稳定性。

2.4 土壤处理技术

2.4.1 岩土改良

岩土改良技术在市政工程施工中起着至关重要的作用,特别是在面对基础土壤承载能力不足或地下水位较高的情况下。土壤挤密作为一种常用的改良技术,通过施加外力使土粒重排,达到减少土体孔隙、增加密度的目的,从而提高土壤的承载力和稳定性。使用土壤稳定剂,如石灰、水泥或化学聚合物,可以通过化学反应改善土壤的物理和化学特性,提升其抗剪强度和减少可压缩性。土壤固化则涉及将稳定剂混入土壤中,通过化学反应形成较硬的固化体,以此来增强土壤的承载能力和防止水分渗透。此外,土壤增强材料如地理合成材料的使用,通过物理方式增加土壤的整体稳定性,有效防止土壤侵蚀和提高斜坡稳定性。这些岩土改良技术不仅能够显著提高土壤的工程性质,还能根据具体工程需求和现场条件灵活选择和组合,

从而实现对基础土壤性能的有效控制和改善。通过这种方式,岩土改良技术为市政工程提供了一种有效的手段,以确保施工安全、提高工程质量和延长工程寿命。

2.4.2 深层土壤加固

深层土壤加固技术是市政工程中解决深基坑开挖和土壤不稳定问题的关键方法。桩基加固通过打入深入地下的桩体,将荷载传递至更深层、更稳定的土层或岩石中,有效提升基础的承载力和稳定性。土钉加固则利用钢筋或锚杆穿透弱土层,与地表的喷射混凝土墙体形成一个整体,增强土壤的自承能力,适用于斜坡和挡土墙的稳定。深层固化柱技术通过在土体中注入水泥浆或其他固化材料,形成固化柱,改善土壤的力学性质,增加其抗压强度和减少渗透性,适合于处理大面积的软土地基。地锚加固则是将预应力锚杆深入稳定的土层或岩石中,通过锚固端的拉力来稳定土体或支撑结构,这种方法在处理土壤滑移和提升挡土结构稳定性方面尤其有效。这些深层土壤加固技术各具特点,能够针对不同的地质条件和工程需求提供定制化的解决方案,确保工程结构的长期稳定与安全。通过精准的设计和施工,深层土壤加固技术能有效地提高工程的可靠性,为复杂地质环境下的市政工程施工提供坚实的基础^[5]。

3 结束语

市政工程施工中深基坑开挖支护的成功依赖于一系列精细化和科学化的关键技术。从地下探测、地质力学参数测试到支护结构的精心设计以及土壤的有效处理与加固,每一环节都体现出工程安全与效率的双重追求。这些技术不仅能保障施工人员的安全,还能确保周边环境和建筑的稳定,同时也为市政基础设施的可持续发展奠定坚实的基础。在未来,随着新技术的不断涌现和应用,市政工程施工的安全性和可靠性将得到进一步的提升,从而更好地服务于社会和经济发展。

参考文献:

- [1] 张正楠.市政道路基坑开挖及支护施工关键技术[J].绿色环保建材,2021(05):89-90.
- [2] 李志悟.市政工程的深基坑开挖支护[J].四川水泥,2020(06):249.
- [3] 柴东旺.市政工程深基坑支护的难点与解决措施[J].散装混凝土,2022(03):118-120.
- [4] 谢新科.市政工程深基坑支护施工关键技术[J].居舍,2022(11):74-76,131.
- [5] 安斌.市政工程中深基坑支护技术及其施工安全管理探讨[J].工程建设与设计,2022(05):145-147.