

Analysis of Problems and Measures in the Design of Foundation Pit Support in Geotechnical Engineering

Yuqian Liu

Ningxia Architectural Design and Research Institute Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750002, China

Abstract

With the acceleration of the urbanization process, the importance of the foundation pit support design in the geotechnical engineering has become increasingly prominent. However, the current foundation pit support design still faces many challenges, such as the design theory is not perfect, the geological survey data is not accurate, the construction operation is not standard, etc., these problems directly affect the stability and safety of the foundation pit support engineering. This paper aims to explore the problems of foundation pit support design in geotechnical engineering and propose corresponding solutions to provide reference for related engineering practice. By analyzing the current situation of foundation pit support design and combining with engineering examples, this paper proposes to improve the scientificity and rationality of foundation pit support design from the aspects of perfecting design theory, strengthening geological survey and standardizing construction operation.

Keywords

foundation pit support design; geotechnical engineering; geological survey; construction operation

岩土工程中基坑支护设计存在的问题及其措施分析

刘玉乾

宁夏建筑设计研究院有限公司, 中国·宁夏 银川 750002

摘要

随着城市化进程的加快, 岩土工程中基坑支护设计的重要性日益凸显。但是, 当前基坑支护设计仍面临诸多挑战, 如设计理论不完善、地质勘察资料不准确、施工操作不规范等, 这些问题直接影响了基坑支护工程的稳定性和安全性。论文旨在深入探讨岩土工程中基坑支护设计存在的问题, 并提出相应的解决措施, 以期对相关工程实践提供参考。通过分析基坑支护设计的现状, 结合工程实例, 论文提出从完善设计理论、加强地质勘察、规范施工操作等方面入手, 全面提升基坑支护设计的科学性和合理性。

关键词

基坑支护设计; 岩土工程; 地质勘察; 施工操作

1 引言

岩土工程作为建筑工程的重要组成部分, 其基坑支护设计直接关系到建筑物的稳定性和安全性。随着高层建筑和超高层建筑的增多, 基坑深度不断增加, 对基坑支护设计提出了更高的要求。然而, 在实际工程中, 基坑支护设计往往受到多种因素的制约, 如地质条件复杂、施工环境多变、设计理论滞后等, 导致设计方案难以完全满足工程需求。因此, 深入研究基坑支护设计存在的问题, 并提出有效的解决措施, 对于提高岩土工程的整体质量具有重要意义。

2 基坑支护设计存在的问题

2.1 设计理论不完善

基坑支护结构的设计是一个复杂而系统的过程, 需要充分考虑地质条件、环境因素、施工条件等多种因素。目前, 基坑支护结构的设计尚缺乏成体系的计算方式, 大多依赖于库仑公式和朗肯理论来分析土压力分布情况。这些传统理论在简单地质条件下可能具有一定的适用性, 但在复杂地质条件下, 其局限性就显而易见了。首先, 库仑公式和朗肯理论都是基于一定的假设和简化条件得出的, 难以准确反映实际地质条件下的土压力分布, 特别是在遇到软土、膨胀土、湿陷性黄土等特殊土质时, 这些理论的适用性就更受限制了^[1]。其次, 支护桩的计算多采用“等值梁法”, 这种方法将支护桩简化为一个等值的梁进行计算, 忽略了桩身的实际受力状况和变形情况, 导致计算结果与实际受力状况存在较大偏差。这种偏差不仅会影响支护结构的安全性, 还可能导致工

【作者简介】刘玉乾(1990-), 男, 中国宁夏人, 本科, 工程师, 从事岩土工程勘察、基坑支护设计研究。

程事故的发生。最后, 现有的设计理论对于基坑支护结构的整体稳定性和变形控制也缺乏深入的研究。在实际工程中, 基坑支护结构不仅要承受土压力的作用, 还要承受水压力、地面荷载等多种荷载的作用。这些荷载的相互作用和相互影响对支护结构的稳定性和变形控制提出了更高的要求。但现有的设计理论在这方面的研究还不够深入, 难以提供有效的指导。

2.2 地质勘察资料不准确

地质勘察是基坑支护设计的基础和前提。只有准确掌握基坑所在区域的地质条件、土层分布、地下水位等地质信息, 才能制定出科学合理的设计方案。由于勘察单位重视程度不够、勘察方法不当等原因, 导致地质勘察资料不完整或不准确的情况时有发生。一方面, 一些勘察单位为了节约成本或赶工期, 往往忽视了地质勘察的重要性。他们可能只进行简单的钻探和取样工作, 而没有进行必要的原位测试和室内试验。这样一来, 就无法准确获取土层的物理力学性质和水文地质参数等信息, 给支护设计带来极大的不确定性。另一方面, 即使进行了地质勘察工作, 但由于勘察方法不当或技术水平有限等原因, 也可能导致勘察结果的准确性受到影响。例如, 在软土地区进行勘察时, 如果不进行三轴试验等原位测试工作, 就无法准确获取软土的抗剪强度等关键参数。同样地, 在碎石土、砂土等地区进行勘察时, 如果不进行抽水试验等水文地质测试工作, 就无法准确了解地下水位的变化情况和渗透系数等参数。这些不准确的地质勘察资料会给支护设计带来极大的风险。因为支护结构的设计需要充分考虑地质条件的影响, 如果地质资料不准确或缺失关键信息, 就可能导致支护结构的设计方案不合理或存在安全隐患。

2.3 施工操作不规范

施工操作是基坑支护设计的最终实现环节。只有严格按照设计方案进行施工操作, 才能确保支护结构的稳定性和安全性。由于施工人员技术水平低下、责任意识不强等原因, 常常存在施工操作不规范的情况。一方面, 一些施工人员可能缺乏必要的专业技能和培训经验。他们可能无法准确理解设计方案的要求和意图, 也无法熟练掌握施工操作的技能和流程。这样一来, 就可能导致施工过程中的操作失误和偏差, 给支护结构的稳定性和安全性带来隐患。另一方面, 即使施工人员具备了一定的专业技能和经验, 但由于责任意识不强或管理不善等原因, 也可能导致施工操作的不规范。例如, 一些施工人员可能为了赶工期或节约成本而忽视施工质量的控制; 一些管理人员可能缺乏有效的监管和检查机制来确保施工操作的规范性。这些不规范的施工操作不仅会影响支护结构的施工质量和使用寿命, 还可能给整个建筑工程带来严重的安全隐患。

3 解决基坑支护设计问题的措施

3.1 完善设计理论

完善设计理论是解决基坑支护设计问题的关键。目前, 基坑支护结构的设计尚缺乏成体系的计算方式, 大多依赖于传统的库仑公式和朗肯理论, 但这些理论在实际应用中存在较大的局限性。因此, 必须加强对基坑支护设计理论的研究和创新, 以建立更为科学、合理的设计理论体系。首先, 应借鉴国内外先进的设计理念和方法, 结合中国实际工程情况, 对现有的设计理论进行改进和完善。例如, 可以引入有限元分析、离散元分析等数值分析方法, 对基坑支护结构的受力性能进行更为精确的分析和计算。其次, 应加强对支护结构受力性能的研究。只有准确掌握支护结构的受力性能和变形规律, 才能制定出科学合理的设计方案。因此, 我们应通过模型试验、现场监测等手段, 对支护结构的受力性能和变形规律进行深入的研究和分析, 为设计理论的完善提供有力的支撑。最后, 还应注重设计理论的实用性和可操作性。设计理论不仅要具有科学性, 还要具有实用性和可操作性。

3.2 加强地质勘察

地质勘察是基坑支护设计的基础和前提。只有准确掌握基坑所在区域的地质条件、土层分布、地下水位等地质信息, 才能制定出科学合理的设计方案。因此, 必须加强地质勘察工作, 以确保勘察资料的完整性和准确性。一是勘察单位应严格按照国家相关标准和规范进行勘察工作。在勘察过程中, 应遵循科学、客观、准确的原则, 确保勘察资料的真实性和可靠性。二是对于复杂地质条件, 应增加勘察点密度和深度。在复杂地质条件下, 土层的分布和性质往往更加复杂多变, 因此需要更加密集和深入的勘察点来获取更为准确的地质信息。三是还应加强对基坑周边环境的调查和监测。基坑周边环境的变化往往会对支护结构的稳定性和安全性产生重要影响。因此, 在勘察过程中, 应对基坑周边的建筑物、道路、管线等进行详细的调查和记录, 并对周边环境的变化进行持续的监测和预警, 以确保支护设计的科学合理性和有效性。

3.3 规范施工操作

施工操作是基坑支护设计的最终实现环节。只有严格按照设计方案进行施工操作, 才能确保支护结构的稳定性和安全性。首先, 施工单位应加强对施工人员的培训和管理。施工人员是施工操作的主体, 其技术水平和责任意识直接影响到施工质量和效率。因此, 施工单位应定期对施工人员进行专业技能和安全意识的培训和教育, 增强其技术水平和责任意识。其次, 在施工过程中, 加强对施工质量的监督和检查。施工质量是支护结构稳定性和安全性的重要保障。因此, 在施工过程中, 建立完善的施工质量监督和检查机制, 对每一步操作进行严格的监督和检查, 确保每一步操作都符合设计要求和质量标准。对于发现的问题应及时整改并追究相关

责任人的责任,以确保施工质量的可控性和可追溯性。最后,注重施工操作的创新和优化。随着科技的不断进步和工程实践的不断发

4 案例分析

4.1 国家妇儿区域医疗中心-北京大学第一医院宁夏妇女儿童医院

北京大学第一医院宁夏妇女儿童医院位于宁夏银川市金凤区,占地面积广阔,基坑深度12.95~17.85m,基坑面积10503m²。该工程基坑开挖深度大,支护体系设计复杂,面临诸多挑战,支护体系的选择多样,导致施工难度显著增加^[1]。基坑南侧与原有住院大楼相接,对变形控制提出了极高的要求。地质条件复杂多变,设计参数难以准确获取,给支护设计带来了极大的困扰。为了应对这些挑战,设计团队进行了深入的地质勘察工作,根据不同地段的地质条件,精心选择了合适的支护体系,灌注桩+(3-4)层锚索支护体系等,灌注桩直径达 $\phi 1000\text{mm}$,桩间距为1.6m,桩深在22.65~29.85m之间,共计277根。锚索则选用了 $\phi 200$ 预应力锚索,第一道长度为19.0m,第二道长度为19.0m,第三道长度为16.0~22.0m,第四道长度为20.0m,间距为3.5m,以确保支护结构的稳定性和安全性。为了严格控制基坑变形,设计团队对支护结构进行了精确的计算和分析,采用了多层锚杆和灌注桩等加固措施,进一步增强了支护结构的稳定性。针对地质条件复杂的问题,设计团队增加了地质勘察点,并运用了多种勘察手段进行相互验证,从而提高了设计参数的准确性,为支护设计的成功实施奠定了坚实基础。

4.2 国网宁夏电力党校教研综合用房基坑支护工程

国网宁夏电力党校教研综合用房位于宁夏银川市金凤区,周边环境复杂,距离内部道路、围墙较近,尤其基坑南侧距离已建混凝土电缆沟近1.9m,施工条件较为苛刻。该工程基坑开挖长约80.0m,宽约40.0m,最深部位8.00m,支护难度较大^[1]。由于紧邻电缆沟,对支护结构的变形和稳定性提出了极高的要求。地质条件多变,设计参数难以准确确定,进一步增加了支护设计的复杂性。为了应对这些问题,设计团队精心采用了坡率1:0.3土钉墙支护结构,基坑深度8.00m,土钉长度为7.0~10.5m,共设置4排土钉,孔径130,倾角15°;喷砼面层C20厚80,网筋 $\Phi 8@150 \times 150$ 。靠近电缆沟段采用悬臂式排桩支护,桩长11.85m,桩径0.8m,桩间距1.6m,桩间土以非砂土为主,自立性较好,采用内铺钢板网的喷射砼进行简喷支护。

通过多层支护结构的叠加,显著提高了支护结构的整体稳定性。为了严格控制支护结构的变形,设计团队对锚杆

和灌注桩的布置进行了优化,加大了支护结构的刚度,从而有效减小了变形量。针对地质条件多变的问题,设计团队进行了详尽的地质勘察和分析,最终采用了适应性强的支护结构和施工工艺,确保了工程的顺利进行。

4.3 国网宁夏吴忠供电公司生产营销用房

国网宁夏吴忠供电公司生产营销用房位于宁夏吴忠市利通区,周边环境复杂,距离内部道路、围墙较近,尤其基坑东北角距离已建居民楼约7.0m,施工条件较为苛刻,局部边坡土体杂填土最大厚度4.5m,土质较为松散,土钉成孔困难。

该工程基坑开挖长约80.0m,宽约50.0m。该工程基坑开挖深度7.85m,且支护形式多样,包括土钉墙、灌注桩等多种支护形式,这给施工带来了不小的挑战^[4]。同时,地质条件复杂,存在坚硬岩土(卵石)及松散填土,对支护结构的设计和施工提出了更高的要求。为了应对这些问题,设计团队采用1:0.5土钉墙支护结构,土钉长度为5.0~7.5m,共设置4排土钉,孔径130,倾角15°;喷砼面层C20厚80,网筋 $\Phi 8@150 \times 150$ 。靠近居民楼一侧采用悬臂式排桩支护,桩长13.5m,桩径0.8m,桩间距1.4m,桩间土采用内铺钢板网的喷射砼进行简喷。针对地质条件复杂的问题,设计团队对松散填土要求全部挖除换填或采用注浆加固,解决了松散土层中土钉成孔困难的问题,同时坚硬岩土(卵石)中土钉成孔采用泥浆护壁钻进方式,有效地解决了卵石中土钉成孔塌孔的问题。

5 结论

综上所述,岩土工程中基坑支护设计存在的问题主要包括设计理论不完善、地质勘察资料不准确、施工操作不规范等。针对这些问题,论文提出了完善设计理论、加强地质勘察、规范施工操作等解决措施,并探讨了基坑支护设计的优化策略。通过案例分析验证了这些措施的有效性和可行性。未来应继续加强基坑支护设计理论的研究和创新,推动相关技术的不断进步和发展,为岩土工程的安全建设提供有力保障。

参考文献

- [1] 陶阳.基于岩土工程中的深基坑支护设计问题和对策[J].城市建设理论研究(电子版),2024(8):160-162.
- [2] 周燕君.基于矿山岩土工程中的深基坑支护设计问题和对策[J].世界有色金属,2024(1):205-207.
- [3] 张海洋.岩土工程中深基坑支护设计问题与应对策略分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(19):65-67.
- [4] 刘萌.浅谈矿山岩土工程施工中基坑支护设计存在的问题及改进策略[J].世界有色金属,2022(22):195-197.