

关于岩土工程基坑边坡失稳加固技术的探讨

邓学灯 陈学龙

中冶武勘工程技术有限公司 湖北 武汉 430080

摘要：全文围绕岩土工程领域基坑边坡失稳问题，深入探讨了加固技术的应用型式与应用效果。针对基坑边坡失稳的常见原因，如地层因素、人为因素等，进行详细分析，并在此基础上，系统介绍当前主流的加固技术，包括抗滑桩支护、复合型加固技术，以及排水加固技术等。本文进一步探讨这些加固技术在实际工程中的应用效果，以及如何通过加强施工质量控制来提升加固技术的有效性，为岩土工程基坑边坡失稳问题提供有益的参考。

关键词：岩土工程；基坑边坡失稳；加固处理

1 基坑支护工程的特点分析

1.1 不确定性

基坑支护工程的不确定性是其显著特点之一，这种不确定性主要体现在几个方面：

(1) 地质条件的复杂性：基坑支护工程直接面对的是复杂多变的地质环境。不同地区的地质条件千差万别，即使是同一区域，其土层分布、岩性特征、地下水位等也可能存在显著差异。这种地质条件的不确定性给基坑支护工程的设计和施工带来了巨大挑战。在实际工程中，即使进行了详细的勘察，也难以完全准确预测和把握所有地质因素，基坑支护工程的设计和施工往往需要不断根据实际情况进行调整和优化。

(2) 施工过程中的变量：基坑支护工程的施工周期长，从开挖到完成地面以下的全部隐蔽工程，常需经历多次降雨、周边堆载、振动、施工不当等许多不利条件。这些外部条件的变化都会对基坑支护结构的稳定性和安全性产生影响。例如，降雨可能导致地下水位上升，增加基坑侧壁的土压力；周边堆载可能改变基坑周边的应力场，导致支护结构变形。

(3) 人为因素的影响：基坑支护工程的设计、施工和监测等各个环节都需要专业人员的参与，而这些人员的专业水平、工作态度和责任心等都会对工程质量产生影响。例如，设计人员在设计过程中如果未能充分考虑地质条件的变化，或者施工人员在施工过程中未能严格遵守施工规范，都可能导致基坑支护工程出现质量问题。

1.2 综合性和系统性

基坑支护工程是一项综合性和系统性很强的工程，它涉及到岩土工程、结构工程、施工技术以及监测技术等多个学科领域的知识和技能。基坑支护工程不仅需要考虑土体的力学性质、地下水的分布和流动规律等岩土工程问题，还需要考虑支护结构的稳定性、承载力和变

形特性等结构工程问题。施工过程中还需要运用各种施工技术手段来确保工程的顺利进行^[1]。监测技术也是基坑支护工程中不可或缺的一环，通过实时监测基坑支护结构的变形和应力状态，可以及时发现并处理潜在的安全隐患。基坑支护工程包含挡土、支护、防水、降水、挖土等许多紧密联系的环节。这些环节之间相互依存、相互影响，任何一个环节的失效都可能导致整个工程的失败。例如，如果防水措施不到位，导致地下水渗入基坑内部，就会增加基坑侧壁的土压力，影响支护结构的稳定性；如果挖土顺序不合理，就可能导致支护结构变形过大甚至失稳。在基坑支护工程中，必须注重各个环节之间的协调和配合，确保整个工程的顺利进行。基坑支护工程的设计和施工需要综合考虑各种因素，包括地质条件、周边环境、施工条件等，以实现整个系统的整体优化。例如，在设计支护结构时，需要根据地质条件和周边环境的特点选择合适的支护形式；在施工过程中，需要根据实际情况不断调整和优化施工方案；在监测过程中，需要根据监测数据及时评估支护结构的稳定性和安全性，并采取相应的应对措施。通过系统整体优化，可以确保基坑支护工程的安全性和经济性。

1.3 实践性和区域性

基坑支护工程的实践性和区域性是其另外两个重要特点，这些特点主要体现在几个方面：

(1) 实践性强：基坑支护工程是一门实践性很强的学科领域。虽然理论研究和数值模拟可以为基坑支护工程的设计和施工提供一定的指导作用，但实际工程中的许多问题仍然需要通过实践经验和借鉴类似工程实例来解决。例如，在处理复杂地质条件下的基坑支护问题时，往往需要借鉴类似工程的成功经验和教训；在应对突发情况时，也需要依靠现场人员的灵活应变和果断决策。加强实践经验的积累和总结对于提高基坑支护工程

的设计和施工水平具有重要意义。

(2) 区域性强：基坑支护工程的区域性也很明显。不同地区的地质条件、气候环境和社会经济条件等都会对基坑支护工程的设计和施工产生影响。例如，在软土地区进行基坑支护施工时，需要特别注意土体的流变性和地下水的影响；在寒冷地区进行基坑支护施工时，则需要考虑冻胀和融沉等问题对支护结构稳定性的影响。在基坑支护工程的设计和施工过程中，必须充分考虑地区性特点，因地制宜地制定设计方案和施工措施。同时也需要加强对不同地区基坑支护工程特点和经验的总结和交流，以提高整个行业的设计和施工水平。

2 影响基坑边坡失稳的因素

2.1 土质因素

土质因素是影响岩土基坑边坡失稳的关键因素之一，其重要性不容忽视。不同类型的土质具有截然不同的物理力学性质，这些性质对基坑边坡的稳定性产生着直接而深远的影响。以黏性土为例，其抗剪强度普遍较低，且对水分变化极为敏感。在基坑开挖过程中，黏性土边坡更容易出现失稳现象，给工程安全带来严重威胁。除此之外，土质的颗粒大小、级配以及密实度等也是影响边坡稳定性的重要因素。一般来说，颗粒较大的土质具有较大的内摩擦角，使得边坡相对更加稳定；相反，颗粒细小、级配不良的土质则更容易发生滑坡等失稳现象，给工程施工和周边环境带来潜在风险。

2.2 人为因素

人为因素也是导致岩土基坑边坡失稳的重要原因。在基坑开挖和支护过程中，施工人员的操作不当、设计缺陷以及监测不力等都可能引发边坡失稳。例如，施工人员未能按照设计要求进行开挖和支护，或者开挖速度过快、支护不及时，都可能导致边坡稳定性降低，进而发生滑坡等事故。设计缺陷也是导致边坡失稳的常见原因。如果设计人员未能充分考虑土质条件、地下水状况以及周边环境等因素，或者支护结构设计不合理，都可能导致边坡在开挖过程中发生失稳^[2]。

3 岩土工程施工中基坑边坡加固处理技术

3.1 做好前期准备

前期准备是基坑边坡加固处理的第一步，也是确保后续工作顺利进展的关键。这一阶段主要包括地质勘察、设计方案的制定以及施工计划的安排。地质勘察是了解基坑边坡地质条件的重要手段，通过勘察，可以获取土质的类型、层理、节理、裂隙等地质特征，以及地下水的分布和流动情况。这些数据对于评估边坡的稳定性以及选择合适的加固处理技术至关重要。在设计方案

制定阶段，需要根据地质勘察的结果，结合工程的实际需求，确定边坡的加固方案。这包括选择合适的支护结构、确定支护的深度和间距、以及考虑排水和防渗措施等。设计方案的合理性直接影响到边坡的稳定性和工程的安全性。施工计划的安排也是前期准备的重要一环。这包括确定施工的顺序、时间安排、人员配置以及设备准备等。一个合理的施工计划可以确保加固处理工作的有序进行，避免资源的浪费和时间的延误。做好前期准备是基坑边坡加固处理的基础，只有充分了解地质条件，制定合理的设计方案和施工计划，才能为后续的加固处理工作打下坚实的基础。

3.2 常见加固措施

在岩土工程施工中，针对基坑边坡的加固处理，常见加固措施主要包括放坡与土钉墙、水泥土墙以及锚杆支护等。放坡与土钉墙是一种经济有效的加固方式。通过放缓边坡的坡度，可以减少边坡的下滑力，提高边坡的稳定性，土钉墙的设置可以进一步增强边坡的整体稳定性，防止土体的滑动和崩塌。水泥土墙是一种常用的支护结构，它具有施工方便、成本较低、适应性强等优点。在基坑开挖过程中，设置水泥土墙可以有效地抵抗土体的侧压力，保持基坑的稳定性。锚杆支护是另一种常见的加固措施。通过在边坡中设置锚杆，并利用锚固体与土体的摩擦力或粘结力，将边坡内锚杆系统整体锚固在稳定的岩层或土层中，从而提高边坡的稳定性。这些常见加固措施在岩土工程施工中得到了广泛的应用，它们可以根据基坑边坡的具体情况和工程需求进行灵活的选择和组合，以确保边坡的稳定性和工程的安全性。

3.3 灌注桩支护技术

灌注桩支护技术是基坑边坡加固处理中常用的一种技术。它通过在边坡中设置灌注桩，利用桩与土体的相互作用，提高边坡的稳定性。灌注桩的设置位置需要根据边坡的稳定性分析结果来确定，一般来说，灌注桩应设置在边坡的滑动面附近，以有效地抵抗土体的滑动^[3]。桩的长度和直径也需要根据地质条件和工程需求进行合理的设计。灌注桩的施工过程包括钻孔、清孔、灌注混凝土等步骤，在施工过程中，需要严格控制钻孔的深度和直径，确保桩体的垂直度和位置准确性。同时，灌注混凝土时也需要保证混凝土的质量和灌注的连续性。灌注桩支护技术的优点在于其能够有效地提高边坡的稳定性，防止土体的滑动和崩塌，由于灌注桩是设置在边坡内部，因此不会对周边环境造成太大的影响。这使得灌注桩支护技术在城市岩土工程中得到了广泛的应用。

3.4 复合型加固技术

复合型加固技术是一种结合了多种加固处理方法的综合技术。复合型加固技术通常包括锚杆支护、土钉墙支护、预应力锚索等多种加固方法的组合。这些加固方法可以根据边坡的地质条件、稳定性分析结果以及工程需求进行灵活的选择和组合。例如,在地质条件较差、边坡稳定性较低的区域,可以采用锚杆支护和土钉墙支护相结合的方法。锚杆可以提供较大的拉力,抵抗土体的滑动;而土钉墙则可以增强边坡的整体稳定性,在需要更大拉力的情况下,还可以考虑使用预应力锚索进行加固。复合型加固技术的优点在于其灵活性和适应性。通过合理地选择和组合不同的加固方法,可以针对具体的边坡情况和工程需求制定最优的加固方案。这不仅可以提高边坡的稳定性,还可以降低工程成本、缩短工期,并减少对周边环境的影响,复合型加固技术在岩土工程施工中得到了广泛的应用和推广^[4]。

3.5 排水加固技术

在基坑边坡加固处理中,排水加固技术是一种重要的技术手段。通过有效地排除边坡地表水和坡体内的地下水,可以降低土体的孔隙水压力,提高土体的抗剪强度,从而增强边坡的稳定性。排水加固技术主要包括设置排水沟、排水井以及采用防水材料等措施。在基坑开挖过程中,可以在边坡的顶部和底部设置排水沟,将边坡内的地下水引导至基坑外部,以降低土体的含水量,还可以在基坑内部设置排水井,将基坑内的地下水抽出,进一步降低土体的孔隙水压力。除了设置排水设施外,还可以采用防水材料对边坡进行加固处理。通过在边坡表面涂抹防水涂料或铺设防水卷材,可以有效地阻止外部水分渗入边坡内部,降低土体的含水量,提高边坡的稳定性。排水加固技术的应用可以有效地改善基坑边坡的水文条件,降低土体的含水量和孔隙水压力,提高土体的抗剪强度和边坡的稳定性。这对于确保岩土工程施工的顺利进行和周边环境的安全具有重要意义。

3.6 加强施工质量控制

在基坑边坡加固处理过程中,施工质量控制是确保加固效果的关键环节。通过加强施工质量控制,可以确保加固处理技术的有效实施,提高边坡的稳定性和工

程的安全性。为了加强施工质量控制,首先需要制定详细的施工方案和操作规程,明确加固处理技术的具体要求和操作步骤。还需要对施工人员进行专业的培训和指导,确保他们熟悉加固处理技术的原理和操作方法,并能够严格按照施工方案和操作规程进行施工^[5]。在施工过程中,还需要加强现场监控和管理,通过设置监控点、进行定期巡查以及采用先进的监测技术,可以实时掌握边坡的稳定性和加固处理技术的实施效果。一旦发现异常情况或质量问题,可以及时采取措施进行处理和修复,确保加固处理技术的有效性和边坡的稳定性。还需要加强施工质量的验收和评估工作,通过设置验收标准、进行质量评估以及采用先进的检测技术,可以对加固处理技术的实施效果进行全面的检查和评估。只有确保施工质量符合设计要求和相关标准,才能确保边坡的稳定性和工程的安全性,加强施工质量控制是基坑边坡加固处理技术中不可或缺的一环。

结束语

岩土工程基坑边坡失稳加固技术是一个涉及多学科、多技术的复杂问题。通过本文的探讨,可以看到,只有深入理解边坡失稳的机理,科学选择和应用加固技术,并严格控制施工质量,才能有效确保基坑边坡的稳定性。未来,随着科技的不断进步和工程实践的积累,有理由相信,岩土工程基坑边坡失稳加固技术将会得到更大的发展和完善。

参考文献

- [1]马军辉.岩土工程施工中基坑边坡失稳及加固处理技术[J].居舍,2020(14):53.
- [2]张著芳.岩土工程施工中基坑边坡失稳及加固处理技术分析[J].交通世界,2020(21):24-25+45.
- [3]叶海颖.岩土基坑边坡失稳及加固处理技术探究[J].居舍,2020(26):82-83.
- [4]张著芳.岩土工程施工中基坑边坡失稳及加固处理技术分析[J].交通世界,2020(21):24-25+45.
- [5]戴文龙.某基坑边坡失稳原因分析及支护设计[J].山西建筑,2020,46(05):68-70.