

土木工程施工中边坡防护技术研究

李 振

柞水县牛背梁旅游度假区管理委员会 陕西 商洛 711406

摘要：土木工程施工中，边坡防护技术对于确保工程安全、稳定及环境保护至关重要。本文综述了当前边坡防护技术的最新研究成果，包括新材料、新工艺的应用，智能化、信息化技术的融合，以及技术的综合化、集成化与绿色化发展。通过分析，探讨边坡防护技术在不同地质条件下的适用性与效果。研究旨在为土木工程施工提供科学、高效的边坡防护方案，促进工程技术的可持续发展。

关键词：土木工程；边坡防护技术；质量控制

引言：边坡防护技术是土木工程施工领域的重要研究方向，直接关系到工程的安全性和稳定性。随着工程规模的扩大和地质条件的复杂化，传统的边坡防护方法已难以满足现代工程的需求。因此探索和应用新型边坡防护技术，提高边坡防护的效率和效果，成为当前研究的热点。本文将对边坡防护技术的最新进展进行综述，以期工程实践提供理论支持和指导。

1 边坡防护技术基础理论

1.1 边坡稳定性分析

边坡稳定性分析是评估边坡在一定坡高和坡角条件下，其岩、土体保持稳定的程度。边坡的稳定性通常受到多种因素的影响，包括岩土性质、岩层构造、水文地质条件、地形地貌、风化作用、气候作用、地震作用以及人类活动等。这些因素可以归为两类：外因和内因。外因包括开挖、超载、地震、渗流水等外界力的作用，这些力会破坏岩土体原来的应力平衡状态。内因则是岩土体抗剪强度的降低，如持续降雨导致的土体软化等。边坡稳定性分析的方法主要有定性分析法、极限平衡分析法、数值分析法和工程地质类比法等。其中，极限平衡分析法是把可能滑动的岩、土体假定为刚体，通过分析可能滑动面，并把滑动面上的应力简化为均匀分布，进而计算出边坡的稳定性系数。数值分析法则利用有限单元分析法，先计算出边坡位移场和应力场，然后利用岩、土体强度准则，计算出各单元与可能滑动面的稳定性系数。

1.2 边坡防护技术原理

边坡防护技术的主要目的是防止土壤侵蚀和滑坡，从而保证道路、铁路等基础设施的安全。边坡防护可以分为被动防护和主动防护两种类型。被动防护是通过预先铺设的柔性结构物，如钢丝网、铁丝网、高分子材料等，对边坡进行防护。这些材料的柔性和覆盖范围能

够抑制边坡表面的土壤侵蚀和岩石滑落。例如，植被防护通过在边坡上种植植物，利用植物的根系固定土壤，减少水土流失。高分子防护则利用高分子材料如聚酯纤维、聚氯乙烯纤维等对边坡进行覆盖，防止土壤侵蚀和滑坡^[1]。主动防护则是通过预先安装的刚性结构物，如锚杆、钢筋混凝土板等，对边坡进行加固。这些结构物通过预应力提高边坡的稳定性，防止土壤侵蚀和滑坡。例如，锚杆防护通过在边坡上钻孔并插入锚杆，利用锚杆的抗拔力对边坡进行加固。钢筋混凝土板防护则是在边坡上铺设钢筋混凝土板，利用板的重量和刚度提高边坡的稳定性。在选择边坡防护类型时，需要根据工程项目的实际情况进行综合考虑，包括地质条件、气候条件、工程规模和施工条件等因素。通过合理的边坡防护设计和施工，可以确保边坡的稳定和安全，从而保障基础设施的正常运行和人民生命财产的安全。

2 土木工程施工中边坡防护技术的具体应用

2.1 土钉支护技术

土钉支护技术是土木工程施工中广泛应用的边坡防护技术之一，其核心在于通过在边坡内部设置一系列土钉，形成一个整体的支护体系。土钉通常由钢筋或钢管制成，并沿边坡的倾斜方向以一定的间距和深度埋入土体中。这些土钉通过与周围土体的紧密粘结和摩擦作用，能够显著提高边坡的整体稳定性和抗滑移能力。土钉支护技术特别适用于那些土质较为软弱或松散的地层，如黏土、砂土等。在实际施工过程中，土钉的布置、长度和直径等参数需要根据边坡的实际情况、土壤的物理力学性质以及预期的支护效果进行精确设计和计算，为了确保土钉支护的可靠性，还需要对土钉进行注浆处理，以增强其与周围土体的粘结力。土钉支护技术具有施工简单、成本较低、支护效果稳定等优点，因此在土木工程特别是边坡防护工程中得到了广泛应用。

2.2 锚杆支护技术

锚杆支护技术是一种利用锚杆将边坡岩土体与结构物紧密连接,从而提高边坡稳定性的加固措施。锚杆通常由高强度钢材制成,具有优异的抗拉强度和抗剪强度。在实际施工中,锚杆通过钻孔、注浆和安装锚头等步骤,将锚杆的一端固定在稳定的岩土体中,另一端则与边坡上的结构物(如挡土墙、护坡等)相连接。当边坡受到外部荷载作用时,锚杆能够发挥其拉力作用,将荷载传递到稳定的地层中,从而防止边坡的滑移和失稳。锚杆支护技术适用于各种复杂的地质条件,如断层、滑坡带、软弱岩层等,锚杆支护技术还具有施工速度快、对边坡扰动小、支护效果可靠等优点。在土木工程特别是边坡工程中,锚杆支护技术已经成为一种不可或缺的加固手段。

2.3 悬臂式支护技术

悬臂式支护技术是一种利用支护结构自身的刚度和强度来抵抗边坡岩土体压力的支护方式。该技术通常适用于土质条件较好、边坡高度较低の場合。悬臂式支护结构通常由支护桩、连系梁和锚杆等组成。支护桩是悬臂式支护结构的主要承载构件,通常采用钢筋混凝土制成,并沿边坡的倾斜方向以一定的间距布置。连系梁则用于连接支护桩,形成一个整体的支护体系。锚杆则用于将支护结构与稳定地层相连接,提高支护结构的整体稳定性。在实际施工中,悬臂式支护技术需要严格控制支护桩的打入深度、连系梁的布置和锚杆的拉力等参数,以确保支护结构的可靠性和稳定性。尽管悬臂式支护技术在高边坡或复杂地质条件下的支护效果可能不如其他技术,但在土质条件较好、边坡高度较低の場合,其施工简单、成本较低等优点仍然使其成为一种值得考虑的支护方式。

2.4 其他边坡防护技术

除了土钉支护技术、锚杆支护技术和悬臂式支护技术外,土木工程施工中还有多种其他边坡防护技术可供选择。例如,重力式挡土墙支护技术通过自身重量和墙体与岩土体的摩擦力来提供支护力,适用于边坡高度较低、土质较好的場合。护坡和护岸技术则通过采用防冲刷材料和织物来增加抗水流冲刷的能力,保护边坡免受水流侵蚀的破坏。这些材料通常包括块石、混凝土块、土工布等,它们能够减少水流对边坡的冲刷作用,提高边坡的稳定性。还有挡土墙技术,通过设置挡土墙来防止土壤的滑坡和塌方。挡土墙可以采用重力式、悬臂式、扶壁式等多种形式,根据边坡的地质条件、工程规模和施工条件等因素进行选择 and 设计。这些边坡防护技

术各有特点,适用于不同的地质条件和工程需求。在实际应用中,需要根据具体情况选择合适的边坡防护技术,以确保工程的安全和稳定^[2]。

3 土木工程边坡防护技术的施工管理与质量控制

3.1 施工前的准备工作

在土木工程边坡防护技术实施前,充分的准备工作是确保工程顺利进行和质量达标的基础,项目团队需对边坡的地质条件、水文状况、气候条件等进行详尽的现场勘查,以获取准确的第一手资料。基于勘查结果,结合工程要求,制定科学合理的边坡防护设计方案,明确施工范围、技术标准和安全要求。组织施工图纸会审和技术交底会议,确保施工人员充分理解设计意图和施工要点。根据工程规模和技术难度,合理安排施工队伍,确保人员资质和技能满足施工需求。此外,还需准备充足的施工材料和设备,如土钉、锚杆、注浆材料等,并对其质量进行严格检验,确保符合相关标准和规定。制定详细的施工计划和应急预案,以应对可能出现的突发情况,确保施工过程的连续性和安全性。

3.2 施工过程中的质量控制

在土木工程边坡防护技术的施工过程中,质量控制是确保工程质量的关键环节。建立健全的质量管理体系,明确各级人员的质量责任,确保质量管理的全面性和有效性。施工过程中,严格按照施工图纸和技术规范进行操作,对关键工序和隐蔽工程实施旁站监督,确保施工质量符合设计要求。例如,在土钉支护和锚杆支护施工中,需严格控制土钉和锚杆的打入深度、注浆压力和注浆量等参数,确保支护结构的稳定性和可靠性。加强原材料和构配件的质量检验,对不合格品坚决退场处理,防止其流入施工现场。定期对施工设备和测量仪器进行校准和维护,确保其精度和可靠性,为施工质量控制提供有力保障。在施工过程中,还需注重安全管理和环境保护,确保施工活动不对周边环境造成不良影响。

3.3 施工后的验收与维护

土木工程边坡防护技术施工完成后,验收与维护工作是确保工程长期稳定运行的重要步骤,组织专业人员进行工程验收,按照施工图纸和技术规范对边坡防护工程的质量进行全面检查,包括支护结构的稳定性、材料的质量、施工工艺的合规性等。对于发现的问题,及时整改并重新验收,确保工程质量符合设计要求。验收合格后,办理工程移交手续,将工程交付使用单位。在工程交付后,还需定期进行边坡防护工程的维护和检查,及时发现并处理潜在的安全隐患。根据工程实际情况和气候条件,制定针对性的维护计划,如清理边坡表面的

杂物、修补破损的支护结构等。通过定期的维护和检查,延长边坡防护工程的使用寿命,确保工程的安全和稳定。

4 边坡防护技术的创新与发展趋势

4.1 新材料、新工艺在边坡防护中的应用

随着科技的进步和材料科学的发展,边坡防护技术正迎来一场革新。新材料、新工艺的广泛应用,为边坡防护提供了更为高效、环保的解决方案。新型注浆材料如高性能水泥基注浆料、化学注浆材料等,具有更高的强度和更好的渗透性,能够更有效地填充和加固边坡内部的裂隙和空隙^[3]。新工艺如微扰动施工技术、远程遥控施工技术等,也在边坡防护中展现出巨大的应用潜力,它们能够减少对边坡的破坏,提高施工效率,降低施工风险。

4.2 智能化、信息化技术在边坡防护中的发展潜力

智能化、信息化技术的快速发展,为边坡防护技术带来了前所未有的变革。通过引入传感器技术、物联网技术、大数据分析和人工智能等先进技术,可以实现对边坡稳定性的实时监测和预警。例如,通过在边坡内部和表面安装传感器,可以实时获取边坡的位移、应力、渗流等关键参数,为边坡的稳定性评估提供准确的数据支持。利用大数据分析和人工智能技术,可以对边坡的稳定性进行预测和预警,及时发现并处理潜在的安全隐患。智能化技术还可以应用于边坡防护工程的设计、施工和维护等各个环节,提高工程的质量和效率,降低工程成本。

4.3 边坡防护技术的综合化与集成化

随着边坡防护技术的不断发展,综合化与集成化已成为一种必然趋势。传统的边坡防护技术往往侧重于单一方面的加固或防护,而现代边坡防护技术则更加注重综合性和集成性。通过综合运用多种技术手段,如土钉支护、锚杆支护、重力式挡土墙、植被防护等,可以形成更为完善、高效的边坡防护体系。通过集成化设计,可以将多种技术手段有机地结合在一起,形成一个整体

性的防护结构,提高边坡的稳定性和安全性。

4.4 边坡防护技术的绿色化与可持续发展

在当前全球气候变化和环境保护的大背景下,边坡防护技术的绿色化与可持续发展已成为重要的研究方向^[4]。传统的边坡防护技术往往会对环境造成一定的破坏和污染,而现代边坡防护技术则更加注重环保和可持续性。通过采用绿色材料、环保工艺和节能技术,可以减少施工过程中的能源消耗和环境污染。通过植被防护、生态修复等手段,可以恢复边坡的生态功能,提高边坡的稳定性和景观效果。还需要加强对边坡防护工程的长期监测和维护,确保其长期稳定运行,减少对环境的负面影响。这种绿色化与可持续发展的边坡防护技术,不仅符合我国的环保政策要求,还能够促进边坡防护技术的可持续发展和广泛应用。

结束语

本文通过对土木工程施工中边坡防护技术的深入研究,探讨了多种边坡防护技术的原理、特点及应用效果。随着科技的不断进步和工程实践的深入,边坡防护技术将更加高效、环保和智能化。未来,应继续加强边坡防护技术的研发与创新,提高技术的适用性和可靠性,为土木工程的安全稳定提供有力保障,注重绿色化与可持续发展,推动边坡防护技术向更加科学、合理的发展方向发展。

参考文献

- [1]陈孝超.土木工程施工中边坡防护技术研究[J].工程建设,2024,7(2).DOI:10.33142/ec.v7i2.11111.
- [2]唐天晟.土木工程施工中边坡防护技术研究[J].工程设计与施工,2023,5(3).DOI:10.12349/edc.v5i3.1074.
- [3]廖俊君.土木工程施工中边坡支护技术的应用分析[J].砖瓦.2020,(4).DOI:10.3969/j.issn.1001-6945.2020.04.045.
- [4]孙俊婕.分析土木工程建筑施工中的边坡支护技术[J].模型世界.2021,(16).DOI:10.3969/j.issn.1008-8016.2021.16.038.