

公路路基边坡防护措施分析

张燕清

中铁隧道集团一处有限公司 重庆 401120

摘要：本文主要探讨了公路路基边坡破坏的类型、原因及相应的防护措施。边坡破坏包括滑坡、崩塌、剥落和冲刷等，主要由自然和人为因素造成。为了保障公路安全运营，介绍了主动防护（如挡土墙、抗滑桩）、被动防护（如排水沟、截水沟）、植被防护以及综合防护措施。选择与设计防护措施时，需考虑安全性、经济性、环保性和适用性。文章旨在为公路建设与维护提供科学的边坡防护指导。

关键词：公路路基；边坡防护；措施

引言：随着公路建设的快速发展，公路路基边坡的稳定性问题日益凸显。边坡的破坏不仅会影响公路的正常使用，还可能对周边环境和人们的生命财产安全造成威胁。因此，探讨公路路基边坡破坏的类型和原因，并研究有效的防护措施显得尤为重要。本文旨在分析各种边坡防护措施的优缺点，为实际工程应用提供参考，以确保公路的安全、稳定和高效运营。

1 公路路基边坡破坏类型和原因

公路路基边坡的稳定性对于公路的安全运营至关重要。然而，由于自然和人为因素的影响，边坡破坏现象时有发生。为了有效预防和治理边坡破坏，首先需要深入了解其破坏类型和原因。边坡破坏类型的分类和特征：（1）滑坡。这是边坡破坏中最常见的一种类型，指的是边坡土体或岩体在重力作用下沿某一滑动面整体下滑的现象。滑坡通常具有突发性，破坏力大，对公路安全构成严重威胁。（2）崩塌是指边坡上的岩块或土体在重力作用下突然脱离母体，以高速向下翻滚或跳跃的运动形式。崩塌往往发生在高陡边坡或节理发育的岩体中。（3）剥落是指边坡表面在风化、冻融等自然营力作用下，岩石逐渐碎裂并脱离母体的过程。剥落通常发生在软岩或节理发育的边坡上，对边坡的长期稳定性影响较大。（4）冲刷是指边坡在流水作用下，土体或岩体被逐渐侵蚀的过程。冲刷多发生在河流、溪流等水流冲刷作用强烈的地区。边坡破坏的主要原因：（1）自然因素是导致边坡破坏的主要原因之一，包括地质条件（如地层岩性、地质构造等）、地形地貌（如坡度、坡高等）、气候条件（如降雨、温度变化等）以及水文条件（如河流冲刷、地下水活动等）^[1]。（2）人为因素也是导致边坡破坏的重要原因，包括公路建设过程中的不当施工（如爆破、挖填等）、车辆荷载作用、排水系统设计不合理等。此外，人类活动还可能改变边坡的自然平

衡状态，如开矿、砍伐树木等。边坡破坏对公路安全运营的影响是巨大的。一方面，边坡破坏可能导致公路路面的损坏，影响行车安全；另一方面，边坡破坏还可能引发交通中断，给公路运营带来不便。此外，边坡破坏还可能对周边环境造成破坏，影响生态平衡。因此，加强边坡防护工作，预防边坡破坏的发生，对于保障公路安全运营具有重要意义。

2 公路路基边坡防护措施

2.1 主动防护措施

主动防护措施是一系列旨在增强边坡、斜坡或其它类似地形稳定性的工程技术和方法。这些措施的主要目的是通过物理或生物手段来防止土体的滑动或崩塌，确保人员和结构物的安全，以及维护交通和通信线路的畅通。以下是一些常见的主动防护措施的详细描述：（1）挡土墙：挡土墙是一种用来支撑边坡和防止土体横向移动的结构。它们通常被建造在斜坡底部或沿着斜坡的侧面，以提供额外的抗力来对抗土体的重力。挡土墙可以由多种材料构建，包括混凝土、石料、砖块或甚至经过处理的木材。混凝土挡土墙因其耐久性和强度而广泛使用，但它们的建设成本可能较高。石料或砖块挡土墙则提供了一种更天然的外观，并能与周围环境更好地融合。（2）抗滑桩：抗滑桩是加固边坡的另一种有效方式，尤其适用于滑动面较深的边坡。这种技术涉及将桩体直接打入不稳定的土体中，穿过潜在的滑动面，并进入稳定的地层。桩体与周围土体的相互作用增加了边坡的整体稳定性，提供了对抗土体滑动的抵抗力。抗滑桩的优点在于其能够深入地下，达到更加稳定的地层，从而提供坚实的支撑点^[2]。然而，施工过程可能需要复杂的机械设备和技术，使得施工成本和复杂性增加。除了挡土墙和抗滑桩，还有其它一些主动防护措施，如锚杆、格网和植生固坡等。锚杆是通过预应力或机械固定在土

体中, 以提供额外的牵引力来稳定边坡。格网则是用金属或塑料制成的网格, 放置在边坡表面, 用以保护植被生长并减少水土流失。植生固坡则利用植物的根系来加固土壤, 同时植被覆盖也有助于减少雨水冲刷。

2.2 被动防护措施

被动防护措施是公路边坡管理中的重要环节, 它们的主要目的是在边坡发生滑坡或其他形式的破坏后, 能够有效地减轻这些破坏对公路本身以及周边环境可能带来的负面影响。为了达到这个目的, 工程师和建设者们设计和实施了多种被动防护措施, 其中排水沟和截水沟是两种常见且至关重要的设施。排水沟是一种用于地表水管理的设施。它的主要功能是收集降雨或者地表径流, 并将其引导至特定区域, 以避免这些水分渗透到边坡内部, 从而减少因水浸造成的土壤侵蚀、滑坡和其他相关的边坡稳定性问题。排水沟的设计通常需要考虑到地形、降雨量和地表覆盖类型等多种因素, 以确保其有效性。排水沟的优点在于施工相对简单, 成本较低, 便于维护和管理。然而, 排水沟需要定期清理, 以去除堵塞物, 如落叶、泥土和其他杂物, 确保水流畅通无阻。与排水沟相辅相成的是截水沟。截水沟主要用于拦截山坡上的水流, 防止水流直接冲刷边坡, 从而减少边坡的侵蚀和破坏。截水沟一般设置在边坡上方, 能够有效地将水流引导至边坡外侧或者远离边坡的地方, 降低水流对边坡的冲击力和侵蚀作用。与排水沟类似, 截水沟的设计也需要考虑地形、降雨量等因素, 以确保其能够有效地发挥作用。除了排水沟和截水沟外, 还有其他被动防护措施, 如挡土墙、抗滑桩等。挡土墙是一种用于支撑边坡结构的设施, 能够有效地抵抗土壤和水流对边坡的冲击, 增加边坡的稳定性。抗滑桩则是一种通过深入到稳定土层中的桩体, 提供边坡抗滑能力的设施。这些被动防护措施的选择需要根据具体的工程条件、地质环境和边坡稳定性要求进行综合评估^[3]。

2.3 植被防护措施

植被防护措施是一种利用植物的自然生长过程和根系的机械作用来增强边坡稳定性和抗侵蚀能力的方法。这些措施通过植物覆盖坡面, 有效地保护土壤不受风化和水蚀的影响, 同时还能提升景观美观性, 增加生物多样性, 对生态环境产生积极影响。以下是两种常见的植被防护措施的详细介绍: (1) 种草。种植草本植物是最常见的植被防护方式之一。草本植物, 如各种草坪草和牧草, 具有生长速度快、成本低廉的特点。在边坡上种植草本植物可以迅速覆盖裸露的土壤, 从而减少雨水冲刷和风力侵蚀对坡面的直接影响。草本植物的根系虽

然相对较浅, 但能够有效地固定表层土壤, 防止水土流失。然而, 草本植被的长期稳定性相对较差, 可能需要定期维护和补植, 以保持其防护效果。(2) 植树。与种草相比, 植树是一种更为长久和稳定的边坡防护措施。通过在边坡上种植树木, 如松树、柏树等乔木, 可以形成更加厚实和稳定的植被层。树木的根系能够深入土壤, 不仅增加了土体的凝聚力, 还提高了边坡的整体稳定性。随着树木的生长, 其根系会不断扩大, 进一步加强对边坡的固定作用。此外, 树木还能提供阴凉, 减少地表温度, 降低水分蒸发速度, 从而有助于保持土壤湿度。尽管植树的成本较高, 且生长周期较长, 但长远来看, 它是一种非常有效的边坡防护手段^[4]。在选择植被防护措施时, 需要综合考虑边坡的土壤类型、气候条件、植被种类的适应性以及经济预算等因素。有时候, 为了达到最佳的防护效果, 可以将种草和植树结合起来使用, 即在边坡上同时种植草本植物和树木, 形成多层次的植被结构, 既保证了短期的防护效果, 又有利于长期的生态稳定。此外, 还可以采用一些辅助措施, 如设置支撑网格、使用土壤固化剂等, 以提高植被防护的效果。

2.4 综合防护措施

综合防护措施在公路路基边坡工程中的运用至关重要, 它涉及一系列技术和方法的综合运用, 旨在确保边坡的稳定性和安全性。在设计和实施这些措施时, 工程师必须考虑多种因素, 包括地质条件、气候特征、环境保护要求以及经济和社会因素。在地质条件复杂的地区, 例如山区或地震频发区, 边坡稳定性问题尤为重要。在这些地方, 单一的防护措施往往难以应对复杂多变的地质环境。因此, 可能需要同时采用挡土墙和抗滑桩等结构。挡土墙能够提供额外的支撑力, 防止土壤侧向移动; 而抗滑桩则深入地下, 通过增强土体的抗剪强度来提高边坡的整体稳定性。在降水量较大的地区, 水是导致边坡失稳的主要因素之一。过量的水分会降低土壤的抗剪强度, 增加土体的重量, 从而引发滑坡或塌方。为了有效控制和引导地表水和地下水, 可以结合使用排水沟和截水沟。排水沟负责收集和排走路表水流, 减少对边坡的直接冲刷; 截水沟则设置在边坡上方, 用以拦截并引导水流, 防止其进入边坡区域。除了传统的工程防护措施, 现代边坡工程还可能涉及生态工程技术, 如植被覆盖、生物网格等, 这些措施既能提高边坡稳定性, 又能恢复和保护生态环境。植被的根系可以加固土壤, 减少水土流失, 同时植被覆盖还能调节地表温度, 减缓雨水冲击。综合防护措施的设计和和实施需要跨学科的知识和技术, 包括土木工程、地质学、水文学、

生态学等。工程师必须进行详细的现场调查，评估边坡的稳定性状况，确定潜在的风险因素。此外，设计方案还需要考虑到成本效益分析，确保所采取的措施既经济合理，又能有效解决问题。

3 边坡防护措施的选择与设计

在公路建设中，边坡防护措施的选择与设计是确保公路路基稳定性的关键环节。合理的防护措施不仅能够有效防止边坡破坏，还能提高公路的安全性和使用寿命。因此，选择和设计边坡防护措施时需要综合考虑多种因素。在选择边坡防护措施时，应遵循以下原则：

(1) 安全性原则：防护措施必须能够确保边坡的稳定性，防止滑坡、崩塌等破坏现象的发生。在选择防护措施时，应对边坡的地质条件、气候条件、水文条件等进行全面评估，选择最适合当地环境的防护措施。(2) 经济性原则：在满足安全性的前提下，应尽量选择成本较低的防护措施，以提高工程的经济效益。同时，应考虑防护措施的长期效益，避免短期内出现频繁维修和更换的情况。(3) 环保性原则：在选择防护措施时，应充分考虑环境保护的要求，优先选择对环境影响较小的措施。例如，植被防护措施不仅能够增强边坡的稳定性，还能改善生态环境，具有良好的环保效益。(4) 适用性原则：选择的防护措施应适应边坡的特点和使用要求。对于不同的边坡类型、不同的破坏模式，应选择相应的防护措施，确保防护效果的最大化。边坡防护的设计应遵循以下步骤：(1) 现场勘查与评估：对边坡的地质条件、地形地貌、气候条件等进行详细勘查和评估，了解边坡的实际情况和使用要求。(2) 确定防护目标：根据现场勘查结果和使用要求，明确防护目标，如防止滑坡、减少侵蚀等。(3) 选择防护措施：根据防护目标和边坡特点，选择合适的防护措施。可以综合考虑主动防护措施、被动防护措施和植被防护措施等。(4) 设计参数确定：根据所选防护措施的特点和要求，确定相关设计参数，如挡土墙的高度、抗滑桩的间距等。(5) 方

案比较与优化：对多种防护方案进行比较分析，选择最优方案。同时，对设计方案进行优化，提高防护效果和经济性。(6) 施工图设计与施工指导：根据最终确定的设计方案，编制施工图，并指导施工人员进行施工。在边坡防护设计中，需要解决的关键技术问题包括：(1) 边坡稳定性分析：通过对边坡的地质条件、气候条件、水文条件等进行综合分析，评估边坡的稳定性，为防护措施的选择和设计提供依据。(2) 防护措施力学模型研究：对各种防护措施进行力学建模和分析，了解其承载能力和变形特性，为设计参数的确定和方案的优化提供依据。(3) 环保材料和工艺的研究与应用：研究开发环保、高效的防护材料和工艺，提高边坡防护的环保性和长期效益。(4) 监测与预警系统的建立：建立边坡监测与预警系统，实时监测边坡的稳定性状况，及时发现和处理潜在的安全隐患。

结束语

公路路基边坡防护措施的研究与应用，对于确保公路的安全稳定、延长使用寿命、减少灾害风险具有重要意义。通过综合考虑多种因素，如边坡特性、环境要求、经济条件等，选择与设计出最合适的防护措施是工程实践中的关键。随着科技的不断进步，未来的边坡防护技术将更加智能化、环保化。我们期待在公路建设中，边坡防护措施能够发挥更大的作用，为公路事业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]张强,王峰.公路路基边坡破坏形式及防护措施探讨[J].交通科技与经.2022,24(2),61-64.
- [2]刘明,李伟.基于生态理念的公路路基边坡防护措施研究[J].公路工.2023,48(3),137-142.
- [3]陈磊.公路路基边坡稳定性分析及防护措施优化[J].岩土工程学报.2023,35(S1),231-235.
- [4]王志坚.公路路基边坡生态防护技术研究进展[J].中国水土保持科.2022,20(6),134-142.