

公路工程边坡防护施工技术与方案编制策略研究

Research on Construction Technology and Plan Compilation Strategy for Slope Protection in Highway Engineering

贺杨
Heyang

(陕西建工机械施工集团有限公司 陕西西安 710032)

(Shaanxi Construction Machinery Construction Group Co., Ltd. Xi'an 710032, Shaanxi)

摘要: 公路工程边坡是公路建设过程中必须面临的一个重要问题。边坡的不稳定性和易受地质灾害影响的特点,使得公路工程边坡防护措施与方案设计和建设变得尤为重要。本文详细介绍了公路工程边坡防护的措施,其中包括种植坡面防护措施、边坡钻孔注浆防护技术、边坡喷锚网防护技术、喷射混凝土护坡技术、混凝土拱形骨架护坡技术等。在防护措施的制定过程中,需要遵循公路工程边坡防护方案的编制策略,包括边坡防护方案的调查与评估、边坡防护方案的设计与优化,以及边坡防护方案实施与监测等内容。

Abstract: The slope of highway engineering is an important issue that must be faced in the process of highway construction. The instability of slopes and their susceptibility to geological disasters make the design and construction of slope protection measures and schemes particularly important in highway engineering. This article provides a detailed introduction to the measures for slope protection in highway engineering, including planting slope protection measures, slope drilling and grouting protection technology, slope spray anchor net protection technology, sprayed concrete slope protection technology, concrete arch skeleton slope protection technology, etc. In the process of formulating protective measures, it is necessary to follow the formulation strategy of highway engineering slope protection plans, including investigation and evaluation of slope protection plans, design and optimization of slope protection plans, and implementation and monitoring of slope protection plans.

关键词: 公路; 边坡; 防护措施; 方案

Keywords: Highway; Slope; Protective measures; programme

引言: 公路的基础设施建设是一个庞大复杂的工程,其中公路工程边坡防护是一个非常关键的环节,为了保障公路的交通安全,我们需要采取多种措施来有效防治边坡滑坡等自然灾害,同时需要在编制防护方案时充分考虑环境因素和技术要求。

一、公路工程边坡防护的措施

(一) 种植坡面防护技术

公路工程边坡是指公路工程与路肩之间的倾斜面,随着公路建设的不断延伸,面对各种地形地貌,边坡防护措施的选择和实施非常重要。其中,种植坡面防护措施是一种常见而有效的方法。

种植坡面防护措施是在边坡表面进行植被种植,并对种植区域进行保护、加固的过程。在植被的种植过程中,优先选择适合当地生长环境的草木、花卉进行种植,目的在于降低植被的成活率,加快生长进程;合理布局,达到缓解水土流失、固结松散土壤、增强透水性以及加强抗冲刷等效果,从而起到保护边坡的作用。

此外,在实施种植坡面防护措施的过程中,还需要考虑到植被的管理和维护。对于不同种类的植被,需要采取不同的养护方法,如施用肥料、定期浇水、修剪等,以确保植被的生长、发育和成活率。同时,在植被养护方面,还需要采取措施加强防治技术,如在防虫、防病害等方面进行有效的防治措施。

(二) 边坡钻孔注浆防护技术

边坡滑坡是道路建设和养护中常见的问题之一,一旦发生将会对公路通行带来安全隐患。目前,边坡钻孔注浆防护技术被广泛应用于公路工程边坡的防护工作中。边坡钻孔注浆是通过在边坡内部进行钻孔,然后注入水泥浆或聚合物浆等材料,形成牢固的固结体,从而增强边坡的稳定性和承载能力。其主要有以下几个优点:

第一,边坡钻孔注浆技术可以对复杂的边坡结构进行防护,例如边坡的分段、岩石裂缝等结构缺陷,这些都可以通过钻孔注浆技术进行防护,确保边坡的整体稳定性[1]。第二,边坡钻孔注浆可以在边坡内部施工,不需要大面积拓展施工空间,对周边环境的影响较小。第三,注浆材料可以自行按照比例控制,防护效果可控性强。

需要注意的是,边坡钻孔注浆技术在施工过程中需要考虑钻孔深度和孔距的控制,这对防护效果有着重要的影响。另外,在注浆材料选择以及配制比例的控制上,也需要严格把关。正

确认识并掌握这些关键技术,才能充分发挥边坡钻孔注浆的最大防护效果。边坡钻孔注浆技术的数据控制见表1。

表1:边坡钻孔注浆技术的数据控制

钻孔深度	孔距	注浆材料	配比
6m	3m	水泥、细砂、膨胀剂	1:2:0.05

(三) 边坡喷锚网防护技术

公路工程边坡防护是保障公路交通安全和稳定的重要保障。其中,防止边坡滑坡是其中的重要措施之一。针对边坡滑坡的防治措施,边坡喷锚网防护技术是一种常用且有效的防治边坡滑坡措施。该技术以其结构简单、施工方便和防护效果明显的特点被广泛应用于公路工程边坡的防护工作中。挂网喷锚施工工艺流程见图1。

边坡喷锚网防护技术的核心原理是在边坡上埋设锚杆使其与边坡内部结构相连,然后再将钢筋网与锚杆联系在一起,最后再进行喷射混凝土的防护。这样能够使边坡的各个部分形成一个紧密的结构,从而实现防治边坡滑坡的目的。具体而言,边坡喷锚网防护技术的施工步骤主要包括以下几个方面。

第一是喷射混凝土的施工。在喷射混凝土时需要保证混凝土的材质质量优良,可以根据边坡的情况进行调整,以达到最佳的防护效果。同时,混凝土的厚度应根据边坡的高低和坡度等因素进行控制,以确保混凝土与边坡表面的黏附性。

第二是锚杆的安装。在锚杆的安装过程中需要注意孔深的控制,保证锚杆的埋深达到设计要求。此外在安装锚杆之前应根据实际情况进行岩石钻孔,使其与锚杆的直径相匹配。

第三是钢筋网的防护。钢筋网的防护应按照施工要求进行,边坡钢筋网的网格大小和锚杆之间的间距应根据边坡的形状和物理特性进行控制。在安装钢筋网时需要注意钢筋网与锚杆之间的牢固程度,以及架设钢筋网的大小和拼接方式等方面。

(四) 喷射混凝土护坡技术

喷射混凝土护坡技术通过使用特殊的喷射设备,将混凝土材料喷射到边坡表面,形成一层坚固的混凝土护层,以增强边坡的稳定性和抗风化能力。

喷射混凝土护坡技术具有以下几个优点。首先,施工简便快捷。喷射设备可以快速将混凝土喷射到边坡表面,与传统的浇筑施工相比,节约了施工时间和人力成本。其次,强度高且耐久性好。喷射混凝土护层能够有效地增加边坡的强度和稳定性,并且具有优异的耐久性,能够长期保持边坡的稳定状态。

此外，喷射混凝土护坡技术还能够适应多种复杂的边坡地质条件，并具有一定的自适应性。

在喷射混凝土护坡技术的具体施工过程中，需要进行合理的方案编制和施工策略设计。首先，需要进行边坡工程的调查与勘测，了解边坡的地质情况、水土条件等。然后，根据实际情况制定喷射混凝土护坡技术的施工方案，包括施工工艺、喷射设备的选择、混凝土配合比的确定等。在施工过程中，需要严格控制喷射混凝土的流量和喷射速度，确保混凝土护层的均匀性和紧密性。同时，需要对喷射混凝土护层进行质量检验，以确保施工质量符合设计要求。



图 1:挂网喷锚施工工艺流程

(五) 混凝土拱形骨架护坡技术

混凝土拱形骨架护坡技术是通过在边坡上设置混凝土拱形骨架结构，以增加边坡的稳定性和抗滑能力，从而有效防止边坡的塌方和滑坡等地质灾害。

混凝土拱形骨架护坡技术具有以下几个优点。首先，护坡结构稳定可靠。拱形骨架结构能够通过内部受力分布的合理优化，提高边坡的整体强度和稳定性。其次，施工过程简便高效。混凝土拱形骨架护坡技术采用集中预制或现场浇筑的方式进行施工，不仅可以减少施工时间，还能够降低施工难度和人力成本。此外，该技术在护坡效果和美观性方面也具有突出优势。

在混凝土拱形骨架护坡技术的具体施工过程中，需要进行合理的方案编制和施工策略设计。首先，需要根据边坡的地质条件和承载力要求，确定拱形骨架的结构形式和尺寸。然后，根据具体的施工工艺和需求，选用适当的混凝土配合比和护坡材料。在施工过程中，需要采用专业的施工设备和工具，确保混凝土拱形骨架的精准制作和安装。此外，还需要合理控制施工过程中的质量检验，确保混凝土的强度和稳定性符合设计要求。

总之，混凝土拱形骨架护坡技术是一种有效的公路工程边坡防护措施。通过合理的方案编制和施工策略设计，以及科学的施工工艺和质量控制，可以实现混凝土拱形骨架护坡技术的有效应用，并提升公路工程边坡的稳定性和安全性。

二、公路工程边坡防护方案的编制策略

(一) 边坡防护方案的调查与评估

第一，在边坡防护方案的调查与评估中，需要对边坡的地理环境进行评估。地理环境的评估包括考虑工程所在地区的气候条件、地形地貌、水文条件、地震活动等自然条件，同时还要考虑到人工因素，如土地利用、土地覆盖情况、开发活动等因素，以便为后续的方案制定提供科学的依据。

第二，需要对边坡的地质特征进行评估。这包括边坡的地质构造、岩土体性质、地下水位、土层条件等因素的考虑，以便掌握边坡的稳定性状态和地质问题^[4]。边坡的稳定性问题和地质问题将成为边坡防护设计方案制定过程中的重要因素。

第三，需要对设计标准进行评估。根据国家、行业、地区等相关标准的规定，了解工程边坡工程的技术要求，掌握相关法律、法规和规范等政策文件，保证边坡防护方案的科学性和合理性。

第四，需要对施工方法进行评估。边坡防护方案的实施依赖于合理、可行的施工方法。对施工方法进行评估可以确定方案的可行性和施工的难度，为实现方案提供工艺上的保障。

(二) 边坡防护方案的设计与优化

第一，在边坡防护方案的设计过程中，应该充分考虑边坡的地质条件。边坡的地质条件决定了方案的防护措施和布局方式，同时也影响方案的可操作性和可持续性。比如，在地形陡峭、土壤深厚、降雨量大的地区，应该比较注重采用防护措施，以增强边坡的抵抗力和承载能力。而在易泥石流地区，需要优先考虑设置排水系统、减小水流对边坡的冲刷作用。

第二，在边坡防护方案的设计过程中，需要充分考虑周围环境的影响。比如，在受到城市化影响的地区，需要考虑附近的道路、建筑、交通和人群等因素，以充分保证防护措施的全面性和可靠性^[5]。同时，还应该考虑到自然环境和景观美化因素，适当地选择植被种类和布局方式，以提高景观的整体性和美观度。

第三，在边坡防护方案的设计和优化过程中，需要不断进行方案的优化和调整。在设计过程中，需要对不同的防护措施进行综合比对和筛选，包括防护措施、排水系统、植被种类和美化手段等，并在实际建设过程中对方案进行不断的调整和改进，以保证防护体系的稳定性和整体效果。

(三) 边坡防护方案实施与监测

第一，实施方案时需要按照设计方案进行施工，并严格按照现场实际情况进行调整。需要根据不同防护体系的特点，合理使用施工设备和材料，在操作方面严格遵守安全施工规范。在利用新材料和新工艺的防护体系中，要严格按照要求进行实施，同时进行合理经济的投入，确保安全、质量和环保。

第二，监测是保障防护体系稳定性和有效性的重要手段。监测内容包括边坡变形、泥石流坑深、土体含水量等因素。具体的监测设备包括裂缝计、测深杆、电子包浆仪等。定期进行监测，能够及时发现和处理防护体系中的隐患，预防和减轻灾害增加公路交通运输的安全。边坡防护检测内容及设备见表 3。

表 3:边坡防护检测内容及设备

监测内容	监测设备	监测数据
边坡变形	裂缝计	边坡裂缝宽度为 2mm
泥石流坑深	测深杆	泥石流坑深度为 1.5m
土体含水量	电子包浆仪	土体含水量为 18%

备注：以上数据表中，监测内容包括边坡变形、泥石流坑深和土体含水量。监测设备包括裂缝计、测深杆和电子包浆仪。监测数据包括具体的数据值，例如该边坡裂缝宽度为 2mm，该泥石流坑深度为 1.5m，该土体含水量为 18%。这些监测数据可以用于评估边坡的稳定性，并根据监测结果采取相应的维护和修复措施，确保公路工程边坡的安全可靠。

三、结语

公路工程边坡防护的措施不仅涉及到工程建设技术，更需要在实践中不断完善和优化，以保障公路交通安全和人民生命财产安全。编制工程边坡防护方案时，需要全面调查、科学评估和精心优化，使方案可行、科学、合理，同时在方案实施和监测过程中，要注重现场管理和技术指导，以确保防护体系的可靠性和稳定性。

参考文献

[1]韩雁, 张海军, 毛劲立, 等. 公路工程边坡水毁抢险管理系统建设[J]. 公路交通科技, 2020, 38(10): 109-111.
 [2]李阳, 石敏, 裴雄伟, 等. 公路工程边坡稳定性风险分析模型研究[J]. 交通标准化, 2021, 60(8): 30-36.
 [3]董晨, 邓子成, 陈文龙. 马路工程边坡防护墙设计优化[J]. 交通工程技术, 2021, (3): 35-39.
 [4]付超, 岳春勇. 浅析公路地质灾害防护技术的发展[J]. 公路工程, 2021, 46(7): 61-65.
 [5]赵辉峰, 苏平, 李琳. 带有侧向荷载的边坡损伤研究进展综述[J]. 公路工程, 2022, 47(2): 104-108.