

生态型边坡防护在山区道路设计中的应用研究

习欢欢

湖北德诚永晟公路勘察设计有限公司 湖北 荆门 448000

摘要：本文聚焦于生态型边坡防护在山区道路设计中的应用。首先阐述了山区道路边坡防护的重要性及传统防护方式的局限性，引出生态型边坡防护的必要性。接着深入分析了生态型边坡防护的原理、类型及特点，包括植物防护、工程-植物复合防护等。通过实际案例研究，探讨生态型边坡防护在山区道路设计中的具体应用策略、效果及存在的问题。最后对生态型边坡防护的发展前景进行展望，旨在为山区道路设计中生态型边坡防护的推广与应用提供理论支持和实践参考。

关键词：生态型边坡防护；山区道路设计；植物防护；工程-植物复合防护

1 引言

随着我国交通基础设施建设的不断推进，山区道路的建设规模日益扩大。山区地形复杂，地质条件多变，在道路建设过程中不可避免地会形成大量的边坡。这些边坡的稳定性直接关系到道路的安全运营和使用寿命。传统的边坡防护方式，如浆砌片石护坡、混凝土挡墙等，虽然在一定程度上能够保证边坡的稳定性，但存在与周围环境不协调、生态破坏严重、后期维护成本高等问题。生态型边坡防护作为一种新兴的边坡防护技术，将生态学原理与工程防护措施相结合，在保证边坡稳定性的同时，注重生态环境的保护和恢复，具有显著的经济、社会和生态效益。因此，研究生态型边坡防护在山区道路设计中的应用具有重要的现实意义。

2 山区道路边坡防护的重要性及传统防护方式的局限性

2.1 山区道路边坡防护的重要性

山区道路边坡受到地形、地质、气候等多种因素的影响，容易发生滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。这些灾害不仅会破坏道路基础设施，影响交通通行，还可能危及过往车辆和行人的生命安全。例如，2010年舟曲特大泥石流灾害，造成了巨大的人员伤亡和财产损失，其中道路边坡的失稳是引发泥石流的重要因素之一。因此，加强山区道路边坡防护，提高边坡的稳定性，是保障道路安全运营的关键。

2.2 传统边坡防护方式的局限性

传统的边坡防护方式主要以刚性防护为主，如浆砌片石护坡、混凝土挡墙等。这些防护方式虽然具有较高的强度和稳定性，能够有效防止边坡的浅层滑动和坍塌，但也存在一些明显的局限性。

2.2.1 生态破坏严重

传统防护方式往往忽视了边坡的生态功能，采用大面积的硬质材料覆盖边坡，阻断了土壤与外界的物质交换和能量流动，导致边坡植被难以生长，生态环境遭到破坏^[1]。这不仅影响了道路的美观，还降低了边坡的生态稳定性。

2.2.2 与周围环境不协调

传统防护方式的外观较为单调，与山区自然景观不协调，破坏了生态环境的整体美感。在旅游景区等对环境要求较高的地区，传统防护方式可能会影响游客的视觉体验，降低旅游价值。

2.2.3 后期维护成本高

刚性防护结构在长期使用过程中，容易受到自然因素（如风雨侵蚀、温度变化等）和人为因素（如车辆碰撞等）的影响，出现裂缝、剥落等病害，需要定期进行维护和修复。这不仅增加了工程成本，还影响了道路的正常通行。

3 生态型边坡防护的原理、类型及特点

3.1 生态型边坡防护的原理

生态型边坡防护是基于生态学原理，通过植物根系与土壤的相互作用，提高边坡土壤的抗剪强度和稳定性，同时利用植物的生长和繁殖，恢复边坡的生态环境，实现边坡的长期稳定和生态平衡。具体来说，植物根系可以穿透土壤，增加土壤的凝聚力，提高土壤的抗侵蚀能力；植物的枝叶可以遮挡雨水，减少雨水对边坡的冲刷；植物的生长还可以改善土壤结构，增加土壤的肥力，促进微生物的繁殖，形成良好的生态循环系统。

3.2 生态型边坡防护的类型

生态型边坡防护主要包括植物防护和工程-植物复合防护两种类型。

3.2.1 植物防护

植物防护是指单纯利用植物对边坡进行防护的方式,主要包括种草、铺草皮和植树等。种草适用于坡度较缓、土质较好的边坡,通过播种草籽,使其在边坡上生长形成植被覆盖层,起到固土护坡的作用^[2]。铺草皮是将预先培育好的草皮铺设在边坡上,能够快速形成植被覆盖,适用于坡度较陡、要求快速绿化的边坡。植树适用于坡度较缓、土壤条件较好的边坡,树木的根系能够深入土壤,增强边坡的稳定性,同时树木的枝叶可以遮挡阳光,减少水分蒸发,改善边坡的小气候。

3.2.2 工程-植物复合防护

工程-植物复合防护是将工程防护措施与植物防护措施相结合的一种防护方式,常用的工程防护措施包括三维植被网、土工格室、混凝土框架等。三维植被网是一种新型的护坡材料,它由聚乙烯等高分子材料制成,具有三维立体结构,能够增加土壤与网体的摩擦力,提高边坡的稳定性。同时,三维植被网可以为植物提供生长空间,促进植物的生长和繁殖。土工格室是由高强度聚乙烯片材经超声波焊接而成的一种蜂窝状结构材料,将其铺设在边坡上,填充土壤后种植植物,能够形成一种柔性防护体系,有效防止边坡的浅层滑动和坍塌。混凝土框架是在边坡上浇筑混凝土框架,在框架内填充土壤并种植植物,既能够保证边坡的稳定性,又能够实现边坡的绿化和生态修复。

3.3 生态型边坡防护的特点

3.3.1 生态效益显著

生态型边坡防护注重生态环境的保护和恢复,通过植物的生长和繁殖,能够增加边坡的植被覆盖率,改善土壤结构,减少水土流失,保护生物多样性,促进生态系统的平衡和稳定。

3.3.2 景观效果好

生态型边坡防护能够与周围自然环境相融合,形成优美的景观效果。植物的色彩、形态和季节变化能够为道路增添生机和美感,提高道路的景观质量,满足人们对美好环境的需求。

3.3.3 经济效益良好

虽然生态型边坡防护的初期投资可能比传统防护方式略高,但从长期来看,其后期维护成本较低^[3]。植物的自我修复和生长能力能够减少人工维护的工作量和费用,同时生态型边坡防护还能够降低因边坡失稳引发的地质灾害损失,具有良好的经济效益。

3.3.4 社会效益突出

生态型边坡防护的应用能够提高公众的环保意识,促进人与自然的和谐共生。在旅游景区等地区,生态型

边坡防护还能够提升旅游形象,吸引更多游客,带动当地经济发展,具有良好的社会效益。

4 生态型边坡防护在山区道路设计中的应用案例研究

4.1 工程概况

某山区高速公路位于西南地区,地形起伏较大,地质条件复杂,沿线分布有大量的边坡。为了保护边坡的稳定性,减少对生态环境的影响,在该高速公路的设计中采用了生态型边坡防护技术。其中,K50+200-K50+400段边坡为典型的研究对象,该边坡坡度为1:0.75,高度约为20m,地质条件为强风化砂岩,土壤贫瘠,保水性差。

4.2 生态型边坡防护方案设计

根据该边坡的地形、地质和气候条件,采用了工程-植物复合防护方案。具体设计如下:

4.2.1 工程防护措施

在边坡上铺设三维植被网,三维植被网的规格为20g/m²,网孔尺寸为15mm×15mm。将三维植被网自上而下铺设在边坡上,网与网之间采用搭接方式连接,搭接宽度不小于10cm,并用U型钉固定,U型钉的间距为1m。在三维植被网铺设完成后,在边坡上浇筑混凝土框架,框架尺寸为2m×2m,框架厚度为20cm,混凝土强度等级为C20。

4.2.2 植物防护措施

在混凝土框架内填充客土,客土由当地土壤、腐殖质和有机肥料按一定比例混合而成,以保证土壤的肥力和保水性。在客土填充完成后,选择适合当地生长的植物种子进行播种,主要植物品种包括狗牙根、高羊茅、紫穗槐等。播种量为狗牙根20g/m²、高羊茅30g/m²、紫穗槐5株/m²。播种后覆盖一层无纺布,以保持土壤湿度,促进种子发芽。

4.3 应用效果分析

4.3.1 边坡稳定性分析

经过一段时间的监测,该边坡未出现明显的滑动和坍塌现象,边坡稳定性得到了有效保障。三维植被网和混凝土框架的工程防护措施增加了边坡土壤的抗剪强度,提高了边坡的稳定性;植物根系的生长进一步加固了土壤,增强了边坡的生态稳定性。

4.3.2 植被生长情况分析

播种后约15天,狗牙根和高羊茅开始发芽,30天后植被覆盖率达到了60%以上。紫穗槐在播种后约20天开始发芽,生长状况良好。随着时间的推移,植被覆盖率不断提高,目前已经达到了90%以上,形成了良好的植被覆盖层。

4.3.3 生态环境改善分析

生态型边坡防护的应用显著改善了边坡的生态环境。植被的生长增加了土壤的有机质含量,改善了土壤结构,提高了土壤的保水性和透气性。同时,植被为鸟类、昆虫等生物提供了栖息场所,促进了生物多样性的恢复。

4.4 存在的问题及解决措施

4.4.1 存在的问题

在生态型边坡防护的应用过程中,也存在一些问题。例如,在干旱季节,由于水分供应不足,部分植物生长受到影响;部分混凝土框架出现了裂缝,影响了防护效果。

4.4.2 解决措施

针对干旱季节水分供应不足的问题,采用了滴灌和喷灌相结合的灌溉方式,定期对边坡进行浇水,保证植物的水分需求。对于混凝土框架出现的裂缝,采用压力灌浆的方法进行修复,同时加强对混凝土框架的养护管理,提高其耐久性。

5 生态型边坡防护在山区道路设计中的应用策略

5.1 科学合理的边坡设计

在山区道路设计中,应根据地形、地质和气候条件,科学合理地确定边坡的坡度、高度和形状。避免出现过高、过陡的边坡,减少边坡失稳的风险。同时,应充分考虑生态型边坡防护的要求,为植物的生长提供良好的条件。

5.2 选择适宜的防护类型和植物品种

根据边坡的具体情况,选择适宜的生态型边坡防护类型。对于坡度较缓、土质较好的边坡,可以采用植物防护方式;对于坡度较陡、地质条件复杂的边坡,应采用工程-植物复合防护方式^[4]。在选择植物品种时,应优先选择当地适生品种,这些品种具有适应性强、生长速度快、养护成本低等优点。

5.3 加强施工管理和质量控制

生态型边坡防护的施工质量直接关系到其防护效果。在施工过程中,应严格按照设计要求进行施工,加强对工程防护措施和植物防护措施的质量控制。例如,在铺设三维植被网时,应保证网体的平整度和搭接宽度;在播种植物种子时,应控制好播种量和播种深度。

5.4 做好后期养护管理

生态型边坡防护的后期养护管理是保证其长期稳定和生态效益的关键。应建立完善的养护管理制度,定期对边坡进行巡查和养护。包括浇水、施肥、修剪、病虫害防治等工作,确保植物的健康生长^[5]。同时,应及时对工程防护措施进行检查和修复,保证其防护功能。

6 生态型边坡防护的发展前景展望

6.1 技术创新与发展

随着科技的不断进步,生态型边坡防护技术将不断创新和发展。例如,研发新型的生态防护材料,提高防护材料的性能和耐久性;利用生物技术培育具有更强适应性和固土能力的植物品种;采用智能化的监测技术,实时掌握边坡的稳定性和植被生长情况,为边坡防护提供科学依据。

6.2 应用范围的扩大

目前,生态型边坡防护主要应用于山区道路、铁路等交通基础设施领域。未来,其应用范围将不断扩大,逐渐应用于水利工程、矿山治理、城市边坡等领域。在城市建设过程中,生态型边坡防护可以与城市景观设计相结合,打造绿色、生态、美观的城市环境。

6.3 政策支持与推广

政府应加大对生态型边坡防护技术的政策支持力度,制定相关的标准和规范,引导和鼓励工程建设单位采用生态型边坡防护技术。同时,加强对生态型边坡防护技术的宣传和推广,提高公众的环保意识和认知度,促进生态型边坡防护技术的广泛应用。

结语

生态型边坡防护作为一种新兴的边坡防护技术,在山区道路设计中具有重要的应用价值。它不仅能够保证边坡的稳定性,保障道路的安全运营,还能够保护生态环境,改善景观效果,具有良好的经济、社会和生态效益。通过实际案例研究可以看出,科学合理的生态型边坡防护方案能够有效解决山区道路边坡的稳定性问题,促进生态环境的恢复和改善。然而,在生态型边坡防护的应用过程中,也存在一些问题需要进一步解决。未来,应加强技术创新和发展,扩大应用范围,加大政策支持与推广力度,推动生态型边坡防护技术在山区道路设计中的广泛应用,实现交通建设与生态环境的协调发展。

参考文献

- [1]李永立.山区公路边坡防护中生态防护技术的应用研究[J].科学技术创新,2020,(16):106-107.
- [2]傅华盛.山区公路挖方边坡防护样式选择与生态景观协调性的设计[J].交通科技与管理,2023,4(11):54-56.
- [3]李晶.生态护坡在高速公路边坡防护中的应用[J].交通世界,2025,(Z1):127-129.
- [4]杨文昌,邓艳,覃迪娜.公路高边坡防护生态一体化应用研究[J].交通节能与环保,2025,21(01):156-159.
- [5]杨彦峰.公路边坡防护中工程-生态复合防护技术分析[J].工程技术研究,2023,8(05):43-46.