

公路施工对边坡稳定性影响分析

朱星星

宁夏嘉惠建设科技有限公司 宁夏 吴忠 751600

摘要:随着公路建设规模持续扩大,边坡稳定性问题凸显。本文聚焦公路施工对边坡稳定性的影响,首先概述公路施工与边坡稳定性的关联,接着从地质条件、水文条件以及工程活动等方面深入剖析影响边坡稳定性的因素。最后,针对这些影响因素,详细阐述公路施工边坡稳定性的防护措施,涵盖土工措施、结构措施、排水措施以及植被措施,为保障公路边坡稳定提供参考。

关键词:公路施工;对边坡稳定性;影响分析

引言:在公路建设不断推进的当下,边坡稳定性问题愈发凸显其重要性。公路施工往往会打破原有边坡的力学平衡状态,引发一系列边坡失稳现象,如滑坡、崩塌等,这不仅严重威胁公路的正常运营与安全,还可能对周边生态环境和人民生命财产造成巨大损失。因此,深入研究公路施工对边坡稳定性的影响,准确识别影响边坡稳定性的各类因素,并探寻切实有效的防护措施,成为公路工程建设领域亟待解决的关键问题。旨在系统分析公路施工对边坡稳定性的影响,为相关工程实践提供理论支持与指导。

1 公路施工对边坡稳定性的概述

公路施工与边坡稳定性紧密相连,是公路工程建设中不容忽视的关键环节。边坡作为公路沿线的重要组成部分,其稳定性直接关系到公路的安全性、耐久性和运营效益。公路施工对边坡稳定性的影响是多方面的。从积极方面看,合理的施工设计和防护措施能够改善边坡的力学性能,增强其稳定性。例如,通过科学的削坡设计,可以使边坡坡度更符合力学原理,减少滑动力;采用有效的支护结构,如挡土墙、护坡墙等,能直接为边坡提供支撑力,防止边坡变形和破坏。但从消极角度而言,不恰当的施工方式会严重破坏边坡的原有平衡。不合理的削坡、坡顶过度加载以及地下无序开挖等行为,都可能使边坡处于危险状态,引发滑坡、崩塌等地质灾害。这些灾害不仅会造成公路设施的损坏,影响交通正常运行,还可能危及周边居民的生命财产安全,破坏生态环境。因此,深入研究公路施工对边坡稳定性的影响,准确评估施工活动带来的风险,并制定科学合理的防护和治理措施,对于保障公路建设质量、确保交通安全以及促进经济社会的可持续发展都具有极其重要的现实意义^[1]。

2 公路施工对边坡稳定性的影响因素

2.1 地质条件因素

2.1.1 岩土体性质

岩土体是构成边坡的物质基础,其性质直接决定边坡的稳定性。不同岩土体的物理力学性质差异显著,例如,坚硬岩石强度高、抗风化能力强,由其构成的边坡通常稳定性较好;而软弱岩石或土体,如泥岩、砂土等,强度低、易风化,在公路施工扰动下,易发生变形和破坏。此外,岩土体的结构特征也至关重要,层状结构的岩体,若层面倾向与边坡坡向一致且倾角较缓,易发生顺层滑动;碎裂结构的岩体,颗粒间连接松散,稳定性较差。

2.1.2 地质构造

地质构造对公路边坡稳定性的影响不容忽视。断层、褶皱等地质构造会破坏岩体的完整性,降低岩体强度。断层带内岩石破碎,裂隙发育,在公路施工开挖过程中,断层带附近的岩体易失稳,引发滑坡等灾害。褶皱构造中,向斜核部岩层受挤压,较为破碎;背斜顶部受张力作用,裂隙增多,这些部位在施工扰动下,边坡稳定性也会受到影响。而且,地质构造还会影响地下水的分布和运移,地下水在构造裂隙中流动,会软化岩土体,降低其抗剪强度,进一步威胁边坡稳定。

2.1.3 新构造运动

新构造运动是指晚第三纪以来所发生的地壳运动,它对公路边坡稳定性的影响具有长期性和潜在性。新构造运动产生的地应力会改变边坡岩土体的应力状态,使边坡内部应力重新分布。在公路施工过程中,开挖等活动会破坏原有的应力平衡,新构造运动产生的地应力可能成为诱发边坡失稳的因素之一。此外,新构造运动还可能引发地震等地质灾害,地震产生的地震波会使边坡岩土体松动、破裂,导致边坡稳定性急剧下降。

2.2 水文条件因素

2.2.1 地下水

地下水对公路边坡稳定性的影响是多方面的。一方面,地下水会软化岩土体,降低其抗剪强度。例如,对于黏性土边坡,地下水浸泡后,土体黏聚力大幅下降,变得松软易滑动;对于岩石边坡,地下水会溶解岩石中的某些成分,导致岩石风化加剧,结构破坏。另一方面,地下水产生的静水压力和动水压力会增加边坡的下滑力。静水压力使坡体有被推动的趋势,动水压力则在地下水流动过程中,对岩土体颗粒产生拖拽力,促使颗粒移动,引发边坡内部土体流失和变形。此外,地下水的升降还会引起边坡土体的干湿循环,导致土体收缩膨胀,产生裂隙,进一步削弱边坡稳定性。

2.2.2 降雨

降雨是影响公路边坡稳定性的常见且重要的水文因素。降雨过程中,雨水会渗入边坡土体,增加土体含水量,使土体自重增大,下滑力相应增加。同时,雨水会降低土体的抗剪强度,特别是当降雨强度较大、持续时间较长时,土体易达到饱和状态,抗剪强度急剧下降,极易引发边坡失稳,如滑坡、泥石流等灾害。而且,降雨形成的坡面径流会对坡面进行冲刷,侵蚀坡面土体,破坏坡面植被,削弱坡面的防护能力,进一步威胁边坡稳定。在公路施工中,应密切关注天气变化,提前做好边坡的防护和排水工作,如设置截水沟、排水沟等,减少降雨对边坡稳定性的不利影响。

2.3 工程活动因素

2.3.1 削坡

削坡是公路施工中常见的工程活动,通过挖除部分坡体来满足道路线形和坡度要求。然而,不合理的削坡会严重破坏边坡原有的平衡状态。过度削坡会使坡脚应力集中,当应力超过坡脚岩土体的承载能力时,坡脚就会发生剪切破坏,进而引发整个边坡的失稳。而且,削坡会暴露出新的坡面,使原本处于相对稳定状态的岩土体直接暴露在外,容易受到风化、降雨等自然因素的侵蚀,加速边坡的破坏。此外,削坡过程中若未及时进行支护处理,坡体在自重作用下可能发生蠕变变形,随着时间的推移,变形逐渐增大,最终导致边坡滑塌。因此,削坡时应根据边坡的地质条件和稳定性要求,合理确定削坡高度和坡度,并采取适当的支护措施。

2.3.2 坡顶加载

在公路施工及运营过程中,有时会在边坡坡顶堆放建筑材料、土石方等,或者在坡顶修建建筑物,这些行为都会增加坡顶的荷载,即坡顶加载。坡顶加载会使边坡的下滑力增大,当下滑力超过边坡的抗滑力时,边坡就会发生滑动破坏。特别是对于原本稳定性就较差的边

坡,坡顶加载可能会成为引发边坡失稳的直接原因。而且,坡顶加载还会改变边坡内部的应力分布,使坡体产生附加应力,导致坡体内部出现应力集中区域,加速坡体的变形和破坏。因此,在坡顶进行加载活动时,必须对边坡的稳定性进行重新评估,严格控制加载的重量和范围,并采取相应的加固措施,确保边坡的稳定。

2.3.3 地下开挖

公路施工中,有时需要进行地下开挖工程,如修建隧道、涵洞等。地下开挖会改变周围岩土体的应力状态,引起地应力的重新分布。在开挖过程中,临空面的形成会使岩土体失去原有的支撑,导致围岩应力释放,产生变形和位移。如果地下开挖距离边坡较近,开挖引起的应力变化会传递到边坡岩土体中,使边坡的稳定性受到影响。例如,地下开挖可能导致边坡内部出现拉应力区,当拉应力超过岩土体的抗拉强度时,就会产生裂隙,裂隙的扩展和贯通会进一步削弱边坡的稳定性,甚至引发边坡的垮塌^[2]。

3 公路施工边坡稳定性防护措施

3.1 土工措施

3.1.1 土壤灌浆

土壤灌浆是通过向边坡土体中注入浆液,填充土体孔隙和裂隙,以改善土体物理力学性质的一种防护方法。在公路施工中,对于存在松散土体或裂隙发育的边坡,土壤灌浆能显著增强土体的密实度和整体性。浆液凝固后形成具有一定强度的结石体,可有效提高土体的抗剪强度,减少土体的变形和滑动。同时,灌浆还能起到一定的防水作用,降低地下水对边坡稳定性的不利影响。施工时,需根据边坡土质和工程要求,合理选择浆液材料和注浆工艺,确保灌浆效果,增强边坡稳定性,保障公路施工安全。

3.1.2 土工格栅加固

土工格栅加固是利用土工格栅的高强度、高韧性等特性,提高边坡土体抗拉强度,增强边坡稳定性的有效手段。在公路边坡施工中,将土工格栅分层铺设于坡体内,通过格栅与土体的相互作用,限制土体的侧向位移。土工格栅的网状结构能有效地将土体颗粒约束在一起,形成一个整体,提高土体的抗剪强度和承载能力。而且,土工格栅还能分散应力,减少应力集中现象,降低边坡发生破坏的可能性。

3.2 结构措施

3.2.1 挡土墙

挡土墙是公路边坡防护中常用的结构物,能直接承受边坡土体的侧向压力,防止土体滑移。常见的有重力

式挡土墙,它依靠自身重力维持稳定,结构简单、施工方便、取材容易,适用于一般高度的边坡防护。衡重式挡土墙则利用衡重台上的填土重力增加墙身稳定性,可减小墙身断面,节省材料,适用于地基承载力较低的路段。此外,还有悬臂式和扶壁式挡土墙,它们通过墙身和底板的共同作用抵抗土压力,适用于墙高较大且地基较差的情况。施工时需严格把控基础处理、墙体砌筑或浇筑质量,确保挡土墙能充分发挥防护作用,保障边坡稳定。

3.2.2 护坡墙

护坡墙主要用于保护边坡坡面,防止坡面岩土体风化、剥落和雨水冲刷。常见的护坡墙有浆砌片石护坡墙和混凝土预制块护坡墙。浆砌片石护坡墙采用石料和砂浆砌筑,具有较高的强度和耐久性,能有效抵抗坡面水流冲刷,适用于坡度较缓的土质和石质边坡。混凝土预制块护坡墙则是由工厂预制混凝土块,在现场拼装而成,施工速度快、质量容易保证,且外观整齐美观。它可根据边坡实际情况设计成不同的形状和尺寸,适应各种复杂地形。

3.3 排水措施

3.3.1 排水沟

排水沟是公路边坡排水系统中常用的设施,主要用于拦截和排除地表水。在公路施工中,沿边坡坡脚、坡顶以及边坡平台等位置合理设置排水沟,可将坡面径流迅速引离边坡区域,防止地表水冲刷坡面、渗入坡体。排水沟一般采用浆砌片石或混凝土浇筑而成,具有较好的强度和耐久性。其断面形式根据排水量大小确定,常见的有梯形和矩形。施工时,要确保排水沟纵坡合理,保证水流顺畅,避免积水。

3.3.2 排水孔

排水孔主要用于排除边坡体内的地下水,降低地下水位,减小孔隙水压力,提高边坡土体的抗剪强度。在公路边坡施工中,对于地下水位较高或土体透水性较好的边坡,常采用钻孔的方式设置排水孔。排水孔一般呈梅花形或方形布置,孔径和孔距根据边坡地质条件和排水要求确定。为防止排水孔被堵塞,通常在孔内设置滤水材料,如砂石、土工布等。通过排水孔,地下水能够顺利排出坡体,减少水对边坡稳定性的破坏作用。

3.4 植被措施

3.4.1 植树造林

在公路边坡植树造林,树木的根系能深入土层,起到固土作用。主根可锚固深层土壤,侧根则像网一样交织在浅层土中,增强土壤的凝聚力,防止坡面土体滑落。而且,树木能降低风速,减少风对边坡的侵蚀。不同树种适用于不同地质和气候条件的边坡,如在土质边坡可种植根系发达、生长迅速的杨树、柳树等;在石质边坡,可选择攀援能力强的藤本植物,如爬山虎,让其沿坡面攀爬生长,覆盖坡面。植树造林时,要注意合理密植,保证树木有足够的生长空间,同时做好后期养护管理,如浇水、施肥、病虫害防治等,确保树木健康生长,充分发挥其固坡护坡的作用。

3.4.2 种草护坡

种草护坡是利用草本植物对边坡进行防护的常见方式。草本植物生长迅速,能在短时间内覆盖坡面,减少雨水对坡面的直接冲刷,降低水土流失。其根系虽较浅,但能密集分布在浅层土壤中,增加土壤的抗剪强度。适合边坡种植的草种有黑麦草、高羊茅、狗牙根等,它们具有较强的适应性和耐践踏能力。种草方式可采用直播或草皮铺设,直播成本较低,但成坪时间较长;草皮铺设能快速形成绿色覆盖层,但成本相对较高。种草后,要加强养护管理,及时浇水、除草、追肥,促进草的生长和繁殖,形成稳定的植被层,有效保护公路边坡的稳定^[3]。

结束语

公路施工对边坡稳定性的影响是多方面且复杂的,地质条件、水文状况以及工程活动等因素相互交织、共同作用。地质条件是边坡稳定的内在基础,水文条件作为外部诱因影响显著,而工程活动则直接改变边坡的应力与形态。为保障公路施工及运营安全,必须高度重视边坡稳定性问题。在施工前,要开展全面细致的地质勘察;施工过程中,严格遵循科学合理的施工规范,采取有效的防护与监测措施。

参考文献

- [1]王晓东,李明华.公路边坡稳定性影响因素分析及防治对策研究[J].公路工程,2023,48(03):159-161.
- [2]刘志强,陈丽丽.基于多因素耦合的公路边坡稳定性影响因素研究[J].岩土工程学报,2022,44(S2):193-194.
- [3]孙建军,赵晓燕.复杂环境下公路工程边坡稳定性影响因素及防控措施[J].中外公路,2021,41(04):1-3.