

# 公路路基边坡防护措施分析

刘 杰

广东华路交通科技有限公司 广东 广州 510000

**摘 要：**公路作为交通运输的重要基础设施，其路基边坡的稳定性至关重要。本文围绕公路路基边坡防护措施展开分析。阐述了路基防护在公路工程中的重要性，指出其对保障公路安全稳定及耐久性意义重大。分析了边坡破坏形式如滑坡、崩塌等及原因，包括自然和人为因素。详细论述了多种防护措施，如坡面防护的植物与工程防护方式、坡脚与坡顶防护手段、浆砌工程、锚索工程及水泥混凝土预制块防护的施工要点等。旨在为公路建设与维护提供理论与实践指导，提升路基边坡防护水平，确保公路的长期安全运行。

**关键词：**公路路基；边坡防护；措施分析

引言：随着公路建设的蓬勃发展，公路路基边坡防护成为工程中不可或缺的关键环节。良好的路基防护不仅能确保公路的稳定与安全，还能延长公路的使用寿命，降低维护成本。然而，在实际工程中，路基边坡面临着多种破坏形式的威胁，如滑坡、崩塌等，其原因涉及自然因素如地质、水文、气候等，以及人为因素如设计不合理、施工质量问题等。因此，深入分析路基边坡防护措施具有重要的现实意义，可为公路工程的顺利实施和长期运营提供有力保障。

## 1 路基防护在公路工程施工中的重要性

在我国经济发展模式和快速增长趋势下，道路运输已经成为了我国主要的货物流通的渠道，至此，我国对道路建设的安全、美化、环境、流通等予以高度重视，再加上人们生活水平的提高，城市更好更快的建设目标的影响下，公路道路建设在快速持续向上发展。路基防护技术直接决定路基质量，而路基质量可直接影响公路施工质量，由此可见，加强路基防护技术的管理，提高路基建设施工水平，才是保障公路建设发展的准确方式<sup>[1]</sup>。

## 2 路基边坡破坏形式及原因分析

### 2.1 边坡破坏形式

#### 2.1.1 滑坡

滑坡是路基边坡破坏的常见形式之一。它是指边坡土体或岩体在重力等作用下，沿一定的滑动面整体向下滑动。滑动面可能是由于地质构造、地下水活动等因素形成。滑坡发生时，边坡表面会出现明显的裂缝，土体或岩体逐渐脱离原位置向下滑移。这会对公路造成严重危害，如导致路基坍塌，使路面出现断裂、凹陷等情况，严重影响公路的正常通行，甚至可能引发交通事故，威胁行车安全和人员生命财产。

#### 2.1.2 崩塌

崩塌是路基边坡破坏的又一主要形式。它多发生在山体、岩石边坡地段。通常是由于岩石的破碎、节理裂隙的发育以及其他外力因素作用。当这些因素导致岩体的稳定性遭到破坏时，岩石会突然脱离母体，迅速滚落或崩落下来。崩塌具有突发性和破坏性强的特点，其滚落的岩石可能会直接砸坏路面、砸毁公路设施以及过往车辆，严重阻碍公路交通的正常运行，给公路的安全带来极大威胁。

#### 2.1.3 剥落

剥落是路基边坡较为常见的一种破坏形式。主要表现为坡面表层的土体或岩石在风化、冻融、干湿循环等自然作用下，逐渐从坡面上脱落。这种破坏形式初期可能看似不太严重，但长期积累会对边坡稳定性产生影响。随着剥落的不断发展，坡面的完整性遭到破坏，土体或岩石的强度逐渐降低，进而可能引发更严重的边坡病害。同时，剥落物堆积在坡脚或路面上，还会影响路面的平整度，给行车带来安全隐患。

#### 2.1.4 冲刷

冲刷是路基边坡面临的重要破坏形式之一。它包括坡面冲刷和坡脚冲刷。雨水、河水等水流是造成冲刷的主要动力。坡面冲刷会使边坡表层土体被逐渐带走，导致坡面土体流失，削弱边坡的稳定性。坡脚冲刷则直接侵蚀坡脚部位，使坡脚的支撑力减弱，容易引发边坡的坍塌或滑移。长期的冲刷作用还会破坏边坡的防护结构，如坡面防护层、坡脚挡土墙等，加速边坡的破坏进程，严重影响公路的使用寿命和行车安全<sup>[2]</sup>。

## 2.2 边坡破坏原因

### 2.2.1 自然因素

自然因素是导致路基边坡破坏的重要原因之一。地

质条件方面,不同的岩石类型如软岩、硬岩,其抗风化和抗剪强度差异大,地层结构的不稳定以及地质断层的存在,都增加了边坡失稳的风险。在软土地基上,土体承载能力弱,易发生沉降和滑动。水文条件对边坡影响显著,地下水水位变化会改变土体的力学性质,使其强度降低。雨水的冲刷侵蚀不仅直接带走坡面土体,还可能渗入边坡内部,增加土体重量和孔隙水压力。气候因素中,温度变化导致岩石热胀冷缩,加速风化进程。在寒冷地区,冻融循环使土体结构破坏,强度大幅下降,这些自然因素相互作用,共同威胁着路基边坡的稳定性。

### 2.2.3 人为因素

人为因素在路基边坡破坏中也起着不可忽视的作用。设计不合理是一个关键问题,若边坡坡度设计未能充分考虑地质条件,或防护措施设计缺乏针对性和前瞻性,都可能为边坡破坏埋下隐患。施工质量问题同样严重,不规范的边坡开挖可能破坏原有的地质结构稳定性,压实度不足会使土体疏松,降低边坡的抗剪强度。在防护工程施工中,质量把控不严会导致防护设施不能发挥应有的作用。此外,公路运营期间,超载车辆增加了路基边坡的额外压力,加速边坡破坏。而不合理的运营管理,如缺乏定期监测和维护,使得边坡病害不能及时发现和处理,小问题逐渐发展成大隐患,最终导致边坡破坏加剧,严重影响公路的安全和正常使用。

## 3 公路路基边坡防护措施分析

### 3.1 坡面防护

(1) 植物防护是一种常见且环保的坡面防护方式。种草操作相对简单,通过选择合适的草种并在适宜的季节种植,利用草皮根系固土,能有效减少坡面的水土流失,但其防护效果相对较慢,且对边坡坡度有一定要求。铺草皮则能较快地实现坡面植被覆盖,对于一些短期内需见防护成效的边坡较为适用,但草皮的养护管理需要一定的成本和精力。植树不仅可以起到固土护坡的作用,还能美化环境、调节局部气候,但要注意选择合适的树种和种植位置,以避免对边坡稳定性产生不利影响。液压喷播植草结合了多种材料和先进的喷射技术,能够在坡面迅速形成均匀的植被层,适用于各种复杂的坡面条件,提高了植被的成活率和防护效果。(2) 工程防护方面,抹面防护主要针对易风化但风化程度较轻的岩石边坡,通过涂抹水泥砂浆等材料,封闭坡面,阻止风化和雨水侵蚀的进一步发展,但其适用范围相对较窄。喷浆防护适用于坡面不平整且岩石风化严重的情况,喷射的混凝土或水泥砂浆能够增强坡面的抗风化和抗冲刷能力,但施工过程中需要注意喷射参数的控制和

材料的配合比。浆砌片石防护具有较强的防护能力,可根据边坡的具体情况设计为护坡、护面墙等形式,能承受较大的坡面压力和水流冲刷,但施工工艺复杂,成本较高,且需要保证片石的质量和砌筑的牢固性,以确保防护结构的长期稳定性。综合运用植物防护和工程防护措施,能够取长补短,达到更好的坡面防护效果<sup>[3]</sup>。

### 3.2 坡脚、坡顶防护

(1) 坡脚防护主要侧重于抵抗水流冲刷和增强承载能力。常见的坡脚防护措施包括抛石防护和石笼防护。抛石防护是利用石块的自重来抵御水流对坡脚的冲刷,适用于经常浸水且水深较大的路段。在实施抛石防护时,需要根据水深、流速等水力条件准确确定抛石粒径和抛石量,以确保防护效果。施工时要按照合理的顺序进行抛石,并保证抛石位置的准确性,抛石后还需进行整平工作,使石块相互紧密咬合,形成稳定的防护层。石笼防护则是采用铁丝编制的石笼装填石块,这种柔性防护结构不仅能适应水流变形,而且具有良好的抗冲刷和固坡作用。石笼的制作要注重规格设计和铁丝的材质选择,确保其强度和耐久性。在安装时,要将石笼牢固地固定在坡脚位置,防止其在水流作用下发生位移。

(2) 坡顶防护主要是为了防止坡顶的水土流失和风化剥落,以及减少雨水对坡面的入渗。在坡顶可以设置排水沟,将坡顶的雨水及时排离边坡,减少雨水对边坡的冲刷和渗透,可以采取植被防护措施,如在坡顶种植草皮或树木。草皮能有效覆盖坡顶土壤,防止风化和雨水侵蚀,树木则可以起到拦截雨水、降低风速的作用,进一步保护坡顶和坡面。对于一些地质条件较差或边坡高度较高的情况,还可以在坡顶设置挡土墙等支挡结构,增强坡顶的稳定性,防止坡顶土体坍塌或滑动,从而保障整个路基边坡的安全。

### 3.3 浆砌工程防护施工

(1) 施工前,需做好充分的准备工作。首先要对石料进行严格挑选,确保石料质地坚硬、无风化裂纹,其强度符合设计要求,准备好水泥、砂等材料,并确保其质量合格。根据边坡的实际情况进行测量放线,确定防护结构的位置和尺寸。(2) 在砌筑过程中,采用正确的砌筑方法至关重要。一般采用坐浆法砌筑,即先在基底铺上一层砂浆,然后将石块放置在砂浆上,保证石块与砂浆紧密结合。砌筑时要注意石块的摆放,应大面朝下,相互错缝,避免出现通缝。灰缝的厚度要均匀控制在规定的范围内,一般为2-3厘米,灰缝应饱满,不得有空洞或缝隙。对于较大的石块,可进行适当的切割和修整,以保证砌筑的平整度和稳定性。(3) 随着砌筑的进

行,要及时进行勾缝处理。勾缝不仅能使防护结构外观美观,还能增强砌体的整体性和抗渗性。勾缝采用的砂浆应与砌筑砂浆相同或更高强度,勾缝深度一般不小于2厘米。在勾缝前,要将灰缝内的杂物清理干净,然后用专用工具进行勾缝,确保勾缝光滑、密实。(4)施工过程中,要注重质量控制和安全管理。定期对砌体的尺寸、平整度、垂直度等进行检查,发现问题及时整改。同时,施工现场要设置安全警示标志,确保施工人员的人身安全。在浆砌工程防护施工完成后,还需进行适当的养护,养护时间一般不少于7天,养护期间要保持砌体表面湿润,避免受到碰撞和扰动,以确保防护结构的强度和稳定性达到设计要求,为公路路基边坡提供可靠的防护。

### 3.4 锚索工程防护

(1)施工前,需进行详细的地质勘察和工程设计。根据边坡的具体情况,确定锚索的长度、直径、间距以及锚固力等参数,准备好高质量的锚索材料,包括钢绞线、锚具等,确保其符合相关标准和设计要求。(2)钻孔是锚索施工的关键环节之一。采用合适的钻孔设备,按照设计的角度和深度进行钻孔,确保孔壁的平整度和垂直度。钻孔过程中要注意防止塌孔,可根据地质情况采取相应的护壁措施。钻孔完成后,进行清孔工作,将孔内的岩屑和泥土等杂物清除干净,以保证锚索的安装质量。(3)锚索安装时,将钢绞线按照设计要求组装好,缓缓插入钻孔内。然后进行注浆,注浆材料一般采用水泥浆,注浆压力和注浆量要严格控制,确保浆液能够充分填充钻孔和锚索周围的空隙,使锚索与岩体紧密结合,形成有效的锚固力。(4)锚索张拉是最后一道重要工序。在注浆体达到一定强度后,按照设计的张拉顺序和张拉值进行张拉锁定。张拉过程中要缓慢、均匀地施加拉力,同时监测锚索的位移和应力变化,确保张拉锁定符合设计要求。锚索工程防护施工完成后,还需定期进行监测和维护,以确保其防护效果的长期稳定性,保障公路路基边坡的安全。

### 3.5 水泥混凝土预制块防护

(1)在施工前,需根据边坡的坡度、高度等参数设计合适尺寸和形状的预制块。预制块通常在工厂预制生

产,这样能保证其质量的稳定性和一致性。生产过程中要严格控制混凝土的配合比、搅拌时间和振捣工艺,确保预制块的强度和密实度符合要求。(2)施工现场准备工作完成后,将预制块运输至边坡现场进行铺设安装。铺设时要保证基层平整、坚实,可先铺设一层砂垫层或其他找平层,以确保预制块铺设的平整度。按照设计的排列方式和图案进行铺设,相邻预制块之间要紧密贴合,避免出现缝隙过大的情况。可以采用水泥砂浆等粘结材料进行勾缝处理,增强防护层的整体性和抗渗性。(3)在铺设过程中,要注意设置伸缩缝,以适应温度变化和地基沉降等因素引起的变形。伸缩缝的间距和宽度要根据规范要求和实际情况进行合理设置,在边坡的坡顶和坡脚等部位要进行妥善的处理,确保防护层与周边结构的连接牢固,防止雨水等渗入边坡内部。水泥混凝土预制块防护施工完成后,要定期进行检查和维护,及时发现并处理预制块破损、松动等问题,以保证防护效果的长期有效性,为公路路基边坡提供可靠的防护,保障公路的安全运营<sup>[1]</sup>。

### 结束语

综上所述,公路路基边坡防护措施是一个系统而复杂的工程领域。通过对边坡破坏形式及原因的深入分析,我们明确了防护工作的重点和难点。各类防护措施在不同的场景下发挥着关键作用,从坡面防护到坡脚、坡顶防护,再到浆砌工程、锚索工程以及水泥混凝土预制块防护等,它们共同构建了保障公路路基边坡稳定的防线。在未来的公路建设和维护中,我们应不断优化防护措施,结合先进技术和科学管理,确保公路的安全与畅通,为经济发展和社会进步提供坚实的交通基础。

### 参考文献

- [1]吕家云,吕焘.公路路基边坡破坏的形式及防护措施[J].价值工程,2020,39(4):158-159.
- [2]张红.公路路基边坡滑塌防护设计研究[J].四川水泥,2020,(1):74-83.
- [3]黄国平.公路路基边坡生态防护施工技术研究[J].四川水泥,2019,(12):101-112.
- [4]于维鑫.公路路基设计中的边坡防护问题分析[J].智能城市,2020,6(5):188-189.