

高速公路边坡防护施工技术研究

施杰书

(中交一航局第三工程有限公司)

摘要: 山区高速公路路堑在自然环境影响下发生的剥落、塌方等对行车安全造成极大危害,为避免边坡失稳,通常采用框架梁等结构形式对边坡进行防护。文章概述了高速公路边坡常见破坏形式、原因及防护措施,并结合广西浦清高速公路项目在建设过程中采用的边坡防护措施,概述了框架梁护坡施工技术和边坡喷播植草施工技术。通过研究,对框架梁施工工艺、喷播植草技术中草种的选择、配比、喷播、养护、生长周期等有了更深层次的认识。为类似的边坡防护工程提供了可行的施工方法、规范的施工流程及施工经验。

关键词: 边坡;防护;框架梁;喷播植草

0 引言

公路工程关系着国计民生,公路工程建设质量应受到高度重视。在公路建设过程中,除了应该对路面、路基等施工项目加强管理外,还要加强边坡防护,避免意外因素对公路施工造成威胁。尤其是公路工程多在野外施工,岩土类型、水文条件和气候条件等环境因素对边坡稳定性的影响较大,一旦发生失稳状况,则会造成不同程度的滑坡和泥石流等,给施工单位造成难以挽回的损失。近年来,随着公路建设标准的提升,对于边坡防护工作也提出了更高的要求,应该掌握防护工作的重点及难点,在实践中采取针对性防护方法和措施,使其承载力和抗剪强度等得到改善。此外,不同防护施工技术的应用机理和特点存在较大差异,应该结合实际情况制定技术方案。

1 公路边坡常见破坏形式

1.1 剥落

边坡外土层经历长时间风化后变得松软,不再密实,在土层自身重力和外界环境的影响下极易发生剥落。从边坡整体上剥落的土块或石块在重力的作用下沿着边坡滑落到边坡底部,当剥落的土体数量较大时则会堆积在路面上,对行车安全造成严重影响^[1-2]。

1.2 塌方

边坡的地质情况较差时,在外界环境的影响下,边坡上部分位置的整个土体或岩体发生剥落,在短时间内发生塌方,数量庞大的剥落体堆积在道路上,不仅影响车辆正常通行,还对行车安全造成极大危害。特别是在发生重大地震灾害时,

不稳定的山体或边坡极易发生大面积垮塌,严重破坏边坡和路面结构。

1.3 滑坡

通常情况下,边坡中存在不稳定部位,在自身重力和外界环境的影响下,该薄弱区域经过长时间的缓慢位移后更加不稳定,当自身稳定性降低到极限时,薄弱部位的土体可能在短时间内从边坡滑落。在上层土体瞬时冲击的作用下,下层土体也会发生滑落现象,此时大量岩土剥离边坡,严重威胁行车安全。

2 边坡防护破坏原因

2.1 土质方面

边坡的主要构成材料是土,不同类型的土具有不同的性质。在同一区域内,经常存在不同类型的土,土质的不均匀严重影响了施工的顺利进行及边坡稳定性。通常情况下,砂质土中存在一定比例的碎石,结构组成不均匀,土与碎石之间的摩擦和挤压给土体整体稳定性带来一定程度的危害,进而影响车辆的行车安全性。同时,岩石层经常存在泥土夹层,土体构成的夹层使岩石整体性遭到破坏,各岩层之间存在相对滑动的可能。此外,在施工过程中,难免遇到地下水,当地下水涌出渗入岩土层中会使岩土层软化,减弱其整体稳定性和承载能力^[3]。

2.2 自然降水

降雨是引起边坡损坏的最主要外界因素,通常情况下,边坡会设置排水系统,但部分雨水仍会渗入边坡表层^[4]。在雨水渗入后,边坡表层逐渐软化,尽管岩石层边坡强度较高,但在水的长时

间作用下仍会被破坏。同时,雨水的渗入可能会造成地下水位的升高以及边坡内部水压力增大,使边坡存在结构变形的可能,当结构变形超出极限后引发滑坡灾害。总的来说,在多种自然降水因素当中,长时间强降雨对高速公路边坡防护造成的危害是最大的,不仅会使路面区域变得湿滑,雨水还会快速渗入边坡中,进一步对边坡的稳定造成危害。

2.3 其他因素

除了最常见的土质和降雨会对边坡稳定性产生影响外,部分自然因素也会对边坡造成一定伤害,例如自然风化、地震等。自然风化在多种因素中最不明显,但经过长时间的风化作用,微小的侵蚀损害长期积累后也会对边坡产生结构性危害。相对自然风化的缓慢侵蚀,地震灾害则表现的异常强烈,强大的能量会使边坡整体断裂,产生坍塌或滑坡等灾害^[5-6]。

综上所述,在公路边坡设计和施工过程中,应该综合考虑地质状况和外界环境等因素,采取相应的防护措施来应对可能产生的灾害,以保证边坡能够正常发挥其防护功能。

3 边坡防护措施

作为公路工程中重要的结构形式之一,边坡对于车辆安全通行来说具有重要作用,但是在水、热、风等其他外界环境的影响下,边坡不可避免地遭受一定程度的损害。公路投入使用后,要对公路边坡进行必要的治理和维护,并最大限度减少雨雪、阳光、温度、风力和其他自然因素的破坏,以维持公路边坡的稳定性。目前,常见的边坡防护措施主要有植物保护和施工技术的保护。

3.1 挡土墙

在高边坡的下方设置挡土墙,可以有效防止路基边坡滑动,保证路基处于安全状态^[7]。目前,常见的挡土墙有重力式挡土墙、锚定式挡土墙、薄壁式挡土墙、加筋土挡土墙等多种形式。挡土墙主要作用是抵挡边坡土的滑动,同时,挡土墙的设置也可以起到收缩填方坡脚,减少填方量,以及保护公路沿线既有建筑物的作用。在项目施工时,应根据现场地质情况、施工环境等选择合适的挡土墙形式,使其充分发挥防护功能。

3.2 框架梁、人字形骨架

框架梁、人字形骨架设置在边坡上层,通过在边坡上设置锚索将规定形状的钢筋混凝土固定

在边坡上,起到稳定边坡上层覆土的作用。

3.3 植草防护

利用植被对边坡上层进行保护,植物错综复杂的根系可以伸入土壤中,并与土壤形成稳定的结构,可以有效减少雨水对边坡的冲刷和阳光的照射等自然作用,减少边坡上层土壤的流失^[8]。同时,植被覆盖的边坡更加美观,在一定程度上减少了车辆驾驶员的疲劳度。

3.4 混凝土喷射防护

对于地质情况复杂的边坡,可以采用混凝土喷射防护技术,密实性良好的混凝土可以有效处理边坡上的裂缝,防止边坡因雨水冲刷等灾害而垮塌。

4 边坡防护案例

4.1 工程概况

本文以广西浦清高速公路 TJ-9 标段为例,该标段起讫里程为 K107+100—K123+279.023,全长 16.179 km。路线总体走向自西向东,起点位于北流市六靖镇坡塘组附近,终点位于清湾镇龙塘组,接广东省罗定至信宜高速公路终点。区域内降水丰富,年降水量在 1 500~2 100 mm 之间,但降水量年内分配很不均匀,雨季主要在 4—9 月,降水量占全年的 80%左右,10 月到次年 3 月往往出现冬枯及干旱灾害。雨季时间长,对路基及人工构造物等施工均有一定影响。根据设计要求,该段落内一般边坡防护工程主要采用喷播植草、预制混凝土人字形骨架护坡等形式,深挖路堑边坡防护工程主要有普通锚杆框架、预应力锚索框架加固等形式,框架梁护坡结构形式见图 1。

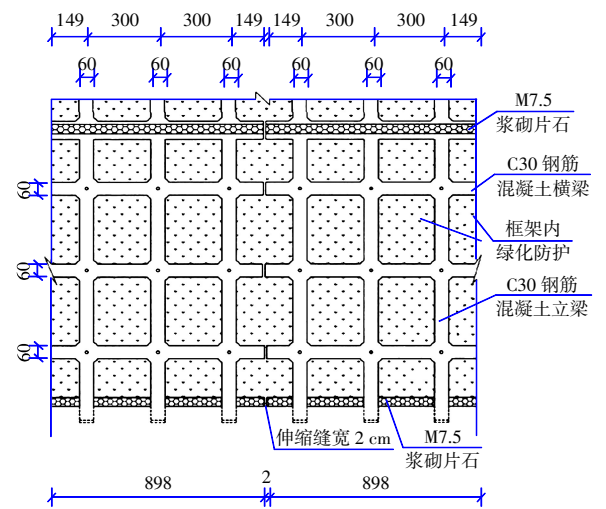


图 1 框架梁护坡示意图 (cm)

同时,在框架梁、人字形骨架等护坡表层采用喷播植草技术进行边坡防护,设计防护形式分为喷播植草、三维植被网防护、挂铁丝网喷播基材绿化防护。其中喷播植草面积 511 852.8 m²,三维植被网防护面积 30 705 m²,挂铁丝网喷播基材防护绿化面积 68 891.2 m²。

4.2 框架梁护坡施工流程及要点

在施工前根据工程实际情况准备施工便道、临时用电、潜孔钻机、模板、脚手架、振捣设备等。

边坡开挖后,进行人工修整边坡,测量人员使用全站仪进行施工放线,全段统一放样,孔位误差不得超过 50 mm,测定的孔位点,埋设永久性标志,以便施工时检验校核。边坡施工要求边挖边加固,即开挖一级,防护一级,不得一次开挖到底。

此后,根据坡面测放孔位搭设脚手架平台,准确安装固定钻机,确保锚索孔开钻就位横纵误差不得超过设计要求。根据施工图规定的孔位、孔径、长度与倾斜度采用潜孔钻干钻、沿坡面自上而下造孔。钻机进行钻孔时,在施工中如遇塌孔、缩孔等不良钻进现象时,必须立即停钻,及时进行固壁灌浆处理(灌浆压力 0.1~0.2 MPa),待水泥砂浆初凝后,重新扫孔钻进。钻孔作业完成后采用高压风或高压水对孔洞进行清理。

严格按照设计要求制作锚杆和锚索,使其满足设计强度,并安装相应固件以方便锚索和锚杆安放顺利。在锚索或锚杆安放完成后采用孔底注浆法对孔洞立即进行注浆作业,注浆压力 ≥ 0.3 MPa。注浆作业自孔底开始,直至孔口溢出浆液为止。待浆液凝固后,根据锚索框架布置图测量放样,挂双线人工开挖基槽。土质及全风化边坡横肋竖肋均开挖 15 cm,强风化及中风化岩质边坡贴坡面施工,每一级边坡扣槽深度保持一致。

基槽开挖完成后,按设计要求安放钢筋和模板并采用 C30 水泥混凝土进行分层浇筑,每层厚度不宜大于 300 mm。用插入式插捣器进行振捣,移动间距不应超过振捣器作用半径的 1.5 倍,与侧模应保持 50~100 mm 距离;插入下层混凝土 50~100 mm,每一处振动完毕后应边振动边徐徐提出振动棒,并避免振捣棒碰撞模板。混凝土浇筑完成后,表面收浆后即进行洒水养护,保持 7 d 以上,尽量不出现由于混凝土收缩而引起的裂缝,

养护期间混凝土强度达到 2.5 MPa 之前,不得使其承受外力荷载。

待框架梁及 C30 混凝土锚垫墩施工完成并达到设计强度 80% 以上,孔内砂浆强度达到设计强度后采用张拉专用设备进行锚筋的张拉锁定作业。锚筋张拉至设定最大张拉荷载值后,持荷稳定 10~15 min,然后卸荷进行锁定作业。锁定使用锚具和夹片应符合技术标准与质量要求。若发现有明显预应力损失,应及时进行补偿张拉。锚筋锁定后,须用机械切割余露锚筋,严禁电弧烧割,并应留长 5~10 cm 外露锚筋,以防拽滑。最后用水泥净浆注满锚垫板及锚头各部分空隙,采用黄油封锚处理。

4.3 喷播植草防护草籽比例及用量

一般喷播植草防护适用于填方边坡高度 ≤ 5 m 的土质边坡。当边坡高度 ≤ 5 m 时,直接在坡面上喷播植草。撒播草籽用量为 10 g/m²,配比:35%狗牙根+30%天堂草+10%野菊花+25%猪屎豆。撒播乔灌木种子用量为 20 g/m²,配比:30%紫穗槐+30%车桑子+40%黄花槐。

三维植被网防护适应坡率不陡于 1:10 的土质及软质岩挖方边坡防护。喷播草籽用量为 10 g/m²,配比:35%狗牙根+30%天堂草+10%野菊花+25%猪屎豆。喷播乔灌木种子用量为 20 g/m²,配比:30%紫穗槐+30%车桑子+40%黄花槐。为优化防护效果,避免水土流失,在坡脚和各平台处成行种植油麻藤,油麻藤长度不小于 1.5 m,株距 0.5 m。

挂铁丝网喷播基材绿化防护适宜于整体稳定的石质边坡绿化防护。喷播草籽用量为 10 g/m²,配比:15%狗牙根+20%天堂草+10%野菊花+30%猪屎豆+25%白三叶。喷播乔灌木种子用量为 20 g/m²,配比:25%紫穗槐+25%车桑子+25%黄花槐+25%多花木兰。为优化防护效果,避免水土流失,在坡脚和各平台处成行种植油麻藤,油麻藤长度不小于 1.5 m,株距 0.5 m。

4.4 喷播植草防护施工要点

确保边坡防护所使用的草籽品种准确、无病害,满足设计要求,同时掌握其生产信息。在施工播种前,应对其萌发情况进行试验,确保其萌发率不低于 80%。在播撒草籽前应做好边坡清理工作,满足设计要求,同时需经监理确认后再进行草籽播种。最大限度地利用原有边坡表层土壤,植被的生物属性决定其更容易在有机质含量较高

的表层土中成活,因此,可以在原有表层土中掺入部分乡土物种。此外,由于边坡施工无法保证植被生长的必需水分,因此,在植被土壤处理中应适当喷洒水分以及设置相应的储水设施,保证边坡表层土壤的水分能够满足植被生长需求。为了更好地固定边坡表层土壤,需要在其上层覆盖铁丝网。

根据设计配比,把各种物料进行充分搅拌,确保其均匀分散,拌合后以“手抓混合料成团,松开掉地能散开”为宜,物料随拌随喷,不宜放置太久。采用混凝土喷射机进行施工,种植基材喷射分2步进行,首先喷射基层,再在基层上喷射种子层。喷射时最大限度的保证喷射角度垂直于边坡,确保喷射的基层和种子层能够稳定在边坡上。喷播基材后,金属网之上的基材保证2~3 cm厚。

在喷射施工完成后,应在边坡上覆盖无纺布并洒水,为种子发芽提供适宜的温度和湿度。待草、灌木长到3 cm后,可撤去无纺布。检查植被生长状况,适时进行虫害防治,对未发芽区域及时进行补种。

5 结语

框架梁护坡技术和边坡喷播植草技术可有效地对边坡进行防护。此外,边坡防护需要根据施工现场具体情况选择合适的防护形式,科学地利用好多种边坡防护技术,确保边坡具有良好的稳定性,保障车辆安全通行和高速公路质量。

参考文献:

- [1] 霍炯堃.公路路基边坡破坏的形式及防护措施[J].交通世界,2022(15):135-137.
- [2] 党翠艳.边坡防护技术在公路工程中的应用[J].交通世界,2022(14):61-63.
- [3] 张兴华.公路边坡防护及加固技术研究[J].工程技术研究,2022,7(15):43-46.
- [4] 肖雪.多雨山区路堑高边坡防护技术研究[J].运输经理世界,2022(15):23-25.
- [5] 王海霖.高挖方边坡防护技术研究[J].交通世界,2020(19):54-55,77.
- [6] 彭宗.公路边坡防护与治理措施[J].交通世界,2020(25):74-75.
- [7] 卫云丽.锚杆挡土墙施工技术在公路边坡防护中的应用[J].黑龙江交通科技,2020,43(6):14-15.
- [8] 陈宇航,赖计学.喷播植草防护技术在北汝河堤顶路边坡防护中的应用[J].建筑技术开发,2022,49(18):24-26.