

文章编号:1001-4179(2011)20-0013-03

# 山区公路边坡防护技术研究

尹文锋, 陈长胜, 尹祖超

(长江勘测规划设计研究有限责任公司, 湖北 武汉 430010)

**摘要:**山区公路的建设可能造成边坡损坏隐患,需要及时予以防护和整治。分析总结了边坡破坏类型、原因、主要处理原则及常用边坡防护形式和具体措施。皂市水库库区公路某边坡在水库蓄水后,安全系数不足,存在边坡崩滑体整体失稳的可能性,经过对各种治理方案的优缺点比较,决定采用“削方减载+坡面锚固护坡+地表截排水”的治理方案。该边坡经过处理后,安全系数得到提高,保证了皂市水库蓄水后公路运行的安全。

**关键词:**山区公路;边坡防护;崩塌体治理;皂市水库

**中图分类号:** U416.14      **文献标志码:** A

山区公路大都穿山越岭,对沿线山体不可避免地要进行削坡、开挖、爆破等作业,从而形成各种人工开挖边坡,为保证公路施工、运营安全及减少生态破坏,需要进行综合治理。本文结合皂市库区公路边坡防护实际情况,对山区公路边坡破坏形式及原因进行分析,总结出边坡防护的基本原则,并提出相应的防治技术措施。

## 1 边坡破坏类型及原因

### 1.1 边坡破坏的主要类型

根据边坡岩土类别、破坏原因和规模,山区公路边坡主要破坏形式分为溜方、滑坡、剥落和碎落以及崩塌4种类型。

(1) 溜方。溜方是由于少量土体沿土质边坡向下移动所形成,即边坡上表层薄土下溜,通常是由于降雨等流水冲刷边坡或施工不当而引起的,是山区中自然边坡及人工开挖边坡的一种常见破坏形式,虽对边坡整体稳定性影响不大,但对公路的运营和养护带来不便。

(2) 滑坡。滑坡是指斜坡上的岩体或土体在重力作用下沿一定的软弱面(或软弱带)整体向下滑动的现象,主要是因土体的整体稳定性不足而引起的。滑坡是山区公路的主要地质灾害之一,大规模的滑坡可

能堵塞河道、摧毁公路、破坏沿线厂矿、掩埋村庄,对山区建设和交通设施危害很大。

(3) 剥落和碎落。剥落和碎落是指边坡岩层表面风化,在各种外界环境的影响下使表层岩石从坡面上剥落下来的破坏形式,主要由于边坡长期裸露在外,风化及雨水冲刷而造成的,对公路的运营和养护带来不便。

(4) 崩塌。一般是指较陡边坡上的岩土体在重力作用下突然脱离母体崩落、坠落、剥落,堆积在坡脚。根据物质组成的不同可分为:土崩和岩崩。崩塌是山区公路常见的一种突发性地质灾害,小规模的崩塌对行车安全及养护工作影响较大;大规模的崩塌不仅会破坏公路、桥梁,毁坏行车,崩积物有时还会堵塞河道,引起路基水毁,严重影响交通营运及安全,甚至会导致道路废弃无法使用。

### 1.2 边坡破坏的原因

针对山区公路边坡的实际构造,结合库区公路对边坡的破坏影响状况进行了具体分析,其原因主要有以下几个方面:

(1) 岩石各向节理发育,受风化作用强烈,物理力学指标偏低。

(2) 岩石层间含软弱夹层,夹层受外界因素影响后,力学参数低。

收稿日期:2011-08-30

作者简介:尹文锋,男,工程师,主要从事公路设计工作。E-mail:4071049@qq.com

(3) 设计中对滑坡路段岩土性质认识不足,设计边坡过陡。施工中未根据开挖揭露的地质条件进行动态设计和施工,导致边坡过高过陡,难以保证自身稳定。

(4) 边坡开挖后,未及时进行防护,长时间暴露在大气中,致使边坡风化、冲刷严重。

(5) 雨量充沛时,大量雨水渗入边坡。水的入渗,一方面使边坡岩土承受孔隙水压力、裂缝水压力和动水压力的作用,增加了边坡的下滑力,使边坡稳定性降低;另一方面雨水使边坡岩土软化,抗剪强度急剧降低,从而降低了边坡的抗滑力。

## 2 边坡处理的主要原则

公路边坡沿公路分布的范围广,特别是山区公路中,存在多处高陡边坡,对自然环境的破坏范围大。随着人们对景观和环保的要求越来越高,为了使公路具有安全、舒适、美观、与环境相协调等特点,让公路形成一种自然的“条带状”的绿色走廊,边坡设计应遵循“安全稳定、景观协调、绿化环保、保持自然”的设计原则。

(1) 在公路设计中,路基防护应以边坡稳定为前提,优先考虑选择刚性结构与柔性结构、多层防护与生态植被防护相结合的方式,尽量避免高大的混凝土圪工或者浆砌工程凸现在自然环境中而影响美观。在防护方案选择时,需要考虑实际工程中边坡的岩土性质、环境气候条件、排水条件等多种影响因素,选择合理的防护措施。

(2) 贯彻协调、自然的原则,应充分考虑防护措施与公路景观的协调以及防护措施自身的协调因素。在同一边坡上采用多种防护措施,或相邻边坡群采用不同的防护措施时,应考虑防护措施间的协调。与沿线景观不协调的防护,既会破坏公路景观,也会破坏沿线的环境景观。稳定的岩质边坡有时不防护比进行不必要的人为防护更好。自然的边坡坡形、坡面与周围环境更协调,适当保持稳定的孤石能增加公路景观的情趣。

## 3 山区公路边坡防护的主要形式

目前国内边坡防护的形式种类繁多,从形式上可以分为植被防护、工程防护,还有将两者结合使用的综合防护,下边介绍几种路堑边坡防护的常用方法。

(1) 浆砌片石护坡。浆砌片石护坡是工程中坡面防护应用最多的方法之一,主要有片石护坡和片石护面墙两种方式。浆砌片石防护坡面,可防止雨水对坡面的冲刷,同时对坡体也具有一定的稳定作用。护面

墙是采用浆砌片石对坡面进行防护,用于封闭各种软质岩层和较破碎的挖方边坡,多用于易风化的软质岩层和较破碎的岩石地段,以防止边坡继续风化,可以有效地防止边坡冲刷,是边坡最常见的一种防护形式。护面墙除自重外,不承受其他荷载,亦不承受墙后土压力,因此所防护的挖方边坡坡度应符合极限稳定边坡的要求。浆砌片石护坡施工工艺简单,是应用较为普遍的一种边坡防护形式。但由于其形式单一,与环境协调效果差,在现代公路边坡防护中,其应用有不断减少的趋势。

(2) 骨架植被防护。骨架植被防护是目前应用比较广泛的另一种方法,与浆砌片石护坡相比较,该方法在满足坡面防护功能的情况下,还具有节省材料、降低工程造价、降低坡体荷载、骨架内种植草皮能较好地协调周围环境等优点,因而在边坡防护工程中得到广泛应用。骨架可以采用拱形、人字形、菱形、矩形等多种形式,可以从美学和当地的文化背景方面多加考虑,骨架内的植被防护可结合边坡岩土性质。一般情况下,浆砌片石或混凝土骨架植被防护适合于坡度缓于 1:0.75 的土质或全强风化岩石边坡。

(3) 挂网喷射混凝土护坡。挂网喷射混凝土护坡也是护坡工程中常用的一种方法,主要应用在石质边坡且岩石比较破碎的地段。一般而言,石质边坡坡度比较陡,坡体自稳性较好,当边坡很高、岩质较差、坡面岩石易风化、切割破碎严重、节理发育易受自然影响而产生危害,或其他防护措施造价较高难以实施时,为了防止高陡石质边坡坠石砸伤行人或车辆,可采用坡面挂网喷射混凝土的方法防护。它是依靠锚杆(锚索)、钢筋网和喷射混凝土共同提高边坡岩体的结构强度和刚度,以减少岩体侧向变形,增强边坡整体稳定性和耐久性,有些地段岩石较好,可不挂网,直接喷射混凝土进行防护。

(4) 土工格室植被护坡。土工格室是一种新型的土工合成材料,具有强度高、抗腐蚀与抗老化性能好等特点,在坡面防护方面应用具有独特的优势,施工时将其拉开固定在坡面上,然后在其格室内填入腐植土,种上草,不但可起到坡面防护的作用,还有助于恢复生态环境。土工格室边坡绿化防护适合于坡率缓于 1:0.5 的各类边坡。土工格室高度通常为 80~150 mm,锚杆长度为 2 m。这种方法操作简单、施工速度快、工程造价低,尤其在缺少石料或生态环境保护要求高的地方具有很大优势。

(5) 三维植被网防护。三维植被网作为一种较新型的坡面防护材料,具有工程造价低、环境景观效果好等特点,目前在实际工程中已得到大量应用,具有广阔

的发展前景。

三维植被网是以热塑性树脂为原料,采用科学配方,经挤出、拉伸焊接、收缩等一系列工艺制成的两层或多层表面呈凸凹不平网包状的层状结构孔网,它抗腐蚀性强、耐酸碱。三维植被网下的基础层弹性模量大,可防止植被网变形,并能有效防止水土流失。三维植被网的表层为起泡层,蓬松的网包内有较大的容土空间,植草覆盖率高,这种三维结构能使草籽更好地与土壤结合。在边坡防护中使用三维植被网能有效地保护坡面不受风、雨、洪水的侵蚀。

(6) 柔性防护措施。柔性防护技术最早应用在雪崩防护中,随着技术的成熟,近些年已在国内工程领域得到很好的应用,应用领域不断扩大。该技术具有柔性大、防护强度高、易铺展等优点,适应任何坡面地形,安装程序已标准化、系统化,能将工程对环境的影响降到最低,可以充分保证防护区域土体、岩石的稳固,便于人工绿化,有利于环保。

柔性防护网系统可分为主动防护系统和被动防护系统两种。主动防护系统是用以钢丝绳网为主的各类柔性网覆盖或包裹在需防护的斜坡或岩石上,以限制坡面岩土体的风化剥落或破坏以及危岩崩塌(起加固作用),或者将落石控制于一定范围内运动(起围护作用)。被动防护系统是以钢丝绳网、环形网等高强度金属柔性网为主构成防护面,并以钢柱作为直立支撑的栅栏式柔性拦挡结构,通常主要设置于边坡上某一适当位置处,以拦截来自于上方的滚落石,避免落石威胁下方建筑和行车、行人的安全。

### 4 工程边坡防护设计

皂市库区公路复建工程第五标段,开挖路基时,发现一较大崩塌堆积体(图 1),在开挖过程中公路内侧高边坡发生变形破坏,变形体沿公路轴线长约 95 m,宽 40 m。为保证公路运行和施工安全,需对该崩塌堆积体进行治理。

根据崩滑体稳定分析计算结果,崩滑体处于稳定状况。但皂市水库蓄水后,崩滑体整体稳定安全系数不足,有整体失稳的危险。同时,崩滑体新、老公路间边坡在水库蓄水后,安全系数不足,存在边坡失稳进而牵引崩滑体整体失稳的可能。

综合考虑各种治理方案的优缺点,对该崩滑体采用“削方减载+坡面锚固护坡+地表截排水”的治理方案(图 2)。在保证边坡整体稳定的基础上,采用多种防护形式相结合的思路,在下边坡采用浆砌石防护,上边坡清除不稳定土方卸载后,让植被后期自然生长,在保证边坡稳定的基础上,达到与自然协调的目的。



图 1 崩塌堆积体及变形体全貌

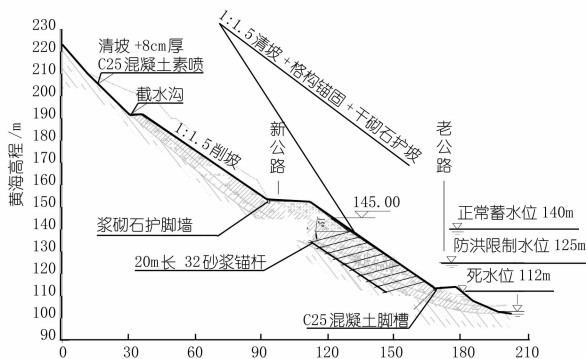


图 2 崩塌堆积体及治理典型断面

### 5 结语

(1) 边坡防护是公路工程的重要组成部分,采用合理的边坡防护技术,可以达到节省工程费用、美化环境和保护生态环境的效果,本文介绍了常见的边坡防护技术,对其各自的特点及适应性进行了描述,并结合工程实际,对具体边坡防护的设计方案进行了分析研究。随着人们对景观和环保的要求越来越高,生态边坡防护技术是今后发展的主流。

(2) 在山区公路建设中,由于路基开挖,自然植被、生态环境以及山体平衡多少都要受到影响,如处置不当,极易造成水土流失,甚至路基失稳,危及行车安全,造成巨大的经济损失和不良的社会影响。因此,在勘察、设计、施工、养护阶段,应结合山区公路沿线的地质构造、岩土性质及地形地貌,对公路边坡潜在的不稳定因素定期进行定性和定量分析,在进行地质灾害危险性评估的基础上,分别提出若干可行性治理方案,及时采取相应对策,避免边坡病害的发生。

(编辑:常汉生)

(下转第 27 页)